علم الأجنة التجريبى

تأليف

دكتور ج. هكسلى و دكتور ج. ر. دى بير

زميل الجمعية الملكية بلندن — أستاذ علم الأجنة بجامعة لندن

ترجمه مع بعض الاختصار

دكتور يوسف حسن الأعسر

مدرس علم التشريح بكلية الطب

نشر تباعا فى المجلة الطبية المصرية

من ابريل إلى أكتوبر سنة ١٩٣٩

القاهرة

مطبعة لجنة التأليف والترجمة والنشر

علم الأجنة التجريبى

للدكتور يوسف حسن الأعسر

القسم الأول

أشرت عند ما تناولت تاريخ علم الأجنة إلى نشأة علم الأجنة التجريبى ، وإلى قيمته ، ولقد كان لمؤلف جوليان هكسلى ودى بير « مبادىء علم الأجنة التجريبى »[١] أثر رأيت معه أن ألخص أهم ما حواه بالعربية .

١ — مقدمة تاريخية

لفت تكوين الجنين النظر منذ أكثر من ألفى عام ، وذلك لحلول التعقيد فى التركيب والوظيفة مكان البساطة الأولى ، ولقد عللوا ذلك بنظريتين . التكوين الأزلى والتكوين الحادث[٢] ويكاد ينعقد الرأى على النظرية الثانية إلا أن بعض الاكتشافات فى دراسة التناسليات قد أوجبت عدم إهمال النظرية الأولى ولا بدمن التفريق بين الوراثة والتكوين الجنينى ؛ فالأولى أزلية والثانى حادث ولقد قضى أرسطو على محاولة حل الإشكال بنظرية واحدة كما ظهر فى مؤلف أبقراط ، ولكن انتعش ذلك الرأى ثانية فى القرنين السابع عشر والثامن عشر إذ سيطرت التأويلات الآلية للظاهرات الحيوية ، ولم يكن مستطاعا فهم التكوين الحادث على أساس آلى .

خلصت آراء تشارلس بونيه فى التكوين الأزلى من شائبات كثيرة ، فلم

(١) Elements of Experimental Embryology Huxley and De Beer. Cambridge University Press 1934.

(٢) Epigenesis

يوافق على وجود الكائن مصغراً فى البويضة أو الحيوان المنوى ، كما أنه فهم أنه من العبث فرض وجود البويضات اللاحقة جميعها فى البويضة الأولى كما نصت نظرية التكوين الأزلى لأن ذلك يؤدى إلى استحالة التطور كما لا يمكن تأويل نشأة الأجيال التالية على أساس هذه النظرية إذ هى تفرض وجود الاختلافات التى تبدو فى التكوين الجنينى منذ البداية ، كما لا تحاول تعليلها بطريقة مفهومة ولكنه رأى أن الأجزاء المختلفة فى الجنين ما هى إلا نقط عضوية ينتابها التغيير والترتيب ، وقد برهنت المشاهدة فيما بعد على فساد هـذا الرأى ، وهناك طبقا للنظرية الأزلية جزئيات تستديم بها الأعضاء المتماثلة فى البالغ والوليد ، وتنكر الآراء الحديثة مثل هذا التماثل بين الوحدات الوراثية وخصائص البالغ أما رأى داروين فمثل رأى الكاتب الأبقراطى ثم أتت نظرية ويزمان « البروتوبلازمة الجرثومية » ، وهى تنص على استدامة هذه من جيل لآخر تحت حماية الفرد ، والنواة هى الجزء الفعال ، وهى تنقسم انقساما غير متكافىء مكونة رقعاً مختلفة تنمو فى الاتجاه المقدر لها ، ويمكن تعليل الوراثة بهذه النظرية ، وذلك بفرض قابلية البروتوبلازمة الجرثومية لتأثير العوامل الخارجية .

أشار أرسطو إلى استحالة انتقال جزئيات بعض الأعضاء كالأظافر والشعر إذ لا حياة بها ، كما لا يمكن نقل بعض الخصائص كنوع الصوت والخطوة ، وقد يحدث أن تخرج بويضة أم النحل عاملا ، وقد حملت هذه الظاهرات أرسطو على عدم قبول التكوين الأزلى ، وعضد رأيه ما قام به هارفى ول . ف . وولف وقد وضع دِلَاج ملخص هذه الحقائق فى قوله « لا تحوى البويضة أكثر من الجوهر الكيمائى الطبيعى الذى يكسبها خصائصها الفردية أما إتمام الصفات المستقبلة ، فليس منوطا بالبويضة قطعاً » .

أحدث جيوفرى سانت هيلار (١٨٢٦) أجنة مشوهة من بويضة الدجاجة

ثم أحدث دريش أجنة كاملة من الكتل الجرثومية بعد فصلها من البويضة المنقسمة ثم وضع ك . م . تشيلد نظريته ، وتتلخص هـذه فى أن عوامل خارجية خاصة تسبب تفاوتا كميا فى البويضة والجنين يسبب ظهور أنسجة مختلفة الأنواع وتحوى البويضة عدة عوامل ورثتها عن الوالدين تكفل لها أن تتكون بحيث تشبه أفراد نوعها ، ويكتسب الجنين بفضل هذه العوامل القدرة على الإجابة على المنبهات الخارجية ، ويرى لانكستر وهربست أن هذه الإجابة من جانب الجهاز الوراثى النوعى لمنبهات خارجية هو التكوين .

يخلق كل فرد إذن بتكوين حادث إبان حياته الخاصة ، وينعدم التكوين أو يصير مشوها إذا كان الوسط غير طبيعى ، ونصل إلى نفس النتيجة إذا كان الجهاز الوراثى غير طبيعى رغم كون البيئة طبيعية ، وإذا بحثنا عن سبب التكوين الجنينى طبقا لهـذه النظرية نرى أن قانون هيكل « التغييرات الجنينية أعادة للتغيرات التطورية » قد عقد السبيل إذ لم يعد هناك بفرض صحته داع للبحث عن أسباب أخرى ، ولم يوافق وليم هيس على ذلك كما أن رأى أرسطو لا يقبل الآن ، وقدأضاف إليه أن الروح جادة فى السيطرة على القوى المادية ، ويعتبر فون بير أن كل طور جنينى ضرورة لازمة لظهور الطور التالى ، ولو أنه لا يسببه وتبع دريش رأى أرسطو فى الروح ، ورأى وليم هيس أن كل طور سابق كاف لإحداث الطور التالى ؛ فمهد بذلك الطريق لعلم الأجنـة الآلى (Entwicklungsmechanic) الذى وضع وليم روكس أساسه ، فقـد حلل التكوين الجنينى إلى مركبات معقدة تختزل إلى مركبات بسيطة يمكن تأويلها على أسس طبيعية وكيمائية (روكس ١٨٨٥) ، والغرض من ذلك العلم الوصول إلى حقائق جديدة فى علم الحياة .

٢ — التكوين المبكر فى البرمائية — ملخص وصفى

نأتى هنا على مجمل للتكوين الجنينى فى البرمائية ليتسنى فهم الأبواب التالية فهناك تغييرات التلقيح ، فالانقسام ، فتكوين التكور الجرثومى[١] ، فتكوين التكور المعوى[٢] ، فاستطالة الجنين ، فتكوين الثنايا العصبية ، فالذيل ، ثم باقى الآثار الأولى للأعضاء الأخرى ، وبذلك يصبح الكائن جنيناً Embryo تاما ، ثم تفرخ العلقة ، ويتبع ذلك طور النمو ، ثم التباين الوظائفى .

بويضة البرمائيـة الأنموذخية : يمر محور البويضة الملقحة بنصفى الكرة الحيوانى والنباتى ، وهو عادة رأسى ومائل فى الضفدعة الخضراء ، فهى إذن مقطبه رغما عن أنها لم تتباين بعد ، وللتلقيح ثلاثة أغراض ، فهو يحفز البويضة للنمو ، ويزودها بنبع من التوريث الأبوى ، ويكسبها التماثل الجانبى ، إذ يصبح الجزء المقابل لدخول الحيوان المنوى الجزء الخلفى ، ويتكون فيه أسفل خط استواء الكرة الهلال الرمادى[٣] فى عديمة الأذناب ، وذلك لتقهقر المادة الملونة[٤] إلى داخل البويضة ، فتتعين بذلك المحاور الثلاثة فى طور لم تزل فيه البويضة كروية الشكل ، فالمحور الأمامى المؤخرى والبطنى الخلفى مستقران فى مستوى التماثل الجانبى ، ويتحدد طبيعياً المحور الثالث (الأيمن الأيسر) متى تم تحديد الآخرين .

تصبح البويضة مكونة من عدد عظيم من الكتل الجرثومية «بلاستوميرات» وتحد هذه تجويفاً داخلياً[٥] يتكون جداره من طبقة واحدة من الخلايا ، وهى على نوعين : حيوانية صغيرة ، ونباتية كبيرة ، ويسمى هذا الطور بالتكور الجرثومى ويصبح انقسام الخلايا الخلفية فى الأطوار اللاحقة أسرع من البطنية ، ويلى

---

(١) Blastula (٢) Gastrula (٣) Grey crescent

(٤) توجد مادة ملونة فى نصف الكرة الحيوانى فى عديمة الأذناب .

ذلك التكور المعوى « جسترولا » ، وليست نشأته هنا بالبسيطة ، كما فى حاد الطرفين « امفيوكس » بل تحدث بانتشار الخلايا الحيوانية ، وانغمادها فى نفس الوقت ، ثم امتدادها إلى الأمام تحت سطح الطبقة الخارجية ، ويبدأ هـذا فى منطقة الهلال الرمادى على السطح الخلفى ، مكونا ما يسمى الشفة الخلفية لثقب الجرثومة ، ثم يتلاقى جانبا الهلال على الجزء البطنى من الجنين ، فيصبح ثقب الجرثومة دائريا ينفذ إلى التجويف المعوى الأولى الذى هو نتيجة مباشرة للتكور المعوى ، وينشط النمو والانغماد فى جزء الجنين الخلفى بينما تتراكم الخلايا الكسولة المحملة بالمح فى الجهة البطنية من التجويف المعوى ، وتبرز كسدة فى ثقب الجرثومة وهكذا يتغير مركز ثقل الجنين ، .فيصبح المحور الأمامى المؤخرى أفقياً تقريباً ، ويتجه القطب الحيوانى للامام وأسفل ، وأخيراً يسد ثقب الجرثومة ، ثم يلى ذلك تكوين الطبقات الجرثومية .

يرجع الفضل فى فهم نشأة الطبقة الجرثومية الوسطى والداخلة فى البرمائية إلى التجاريب التى حددت فيها ساحات خاصة فى الجنين الحى بصبغات ظاهرة ثم تتبع سيرها فى التكوين ، فوجـد أن الجزء المنغمد يكون سقف التجويف المعوى الأولى ، ومنه ينشأ الحبل الظهرى وبعض الجرثومية الوسطى ، ويتكون ما بقى من جدران المعى من خلايا محملة بالمح ، وتنمو الجدران الجانبية تحت السقف الأولى السابق ذكره ، وتتلاقى مكونة السقف النهائى ، وبتكون باقى الجرثومية الوسطى من الشفاه الجانبية والبطنية لثقب الجرثومة ، ويستقر الحرف الوحشى للجرثومية الوسطى على السطح الخارجي للجرثومية الداخلة الواقعة فى أرضية المعى وجوانبها ويختلط بها ، ويتبع ذلك الإختلاط خطا ممتدا من الشفة البطنية لثقب الجرثومة إلى الأمام وأعلى ، وتتكون الكتل البدنية على الجانبين ويلى ذلك الصفيحة الوحشية ، وترى الوسطى منفصلة عن الداخلة منذ البداية

مكونان نصف كرة تستحيل تدريجيا إلى كرة كاملة ، وتشبه عديمة الذيل ذات الأذناب أثناء طور التكور المعوى ، ولو أن هناك اختلافا بسيطا ، فالسقف المعوى النهائى مكون منذ البداية من طبقة مستطيلة ترتفع للخلف ، وتنفصل عن السقف المعوى مكونة الحبل الظهرى ، وسرعان ما تسد الفجوة الحادثة باقتراب طرفى الداخلة .

يمكن تحديد الساحات المختلفة التى ستكون أعضاء الجنين المستقبل ، على سطح التكور الجرثومى ، ويجوز نعتها بالأعضاء العتيدة وسبيل ذلك الصبغ فى الأحياء ، و إحداث إصابات صغيرة فى مواضع معينة بالكى الكهربائى ، ولذا يستحسن أن تحدد المواضع ، كما هى محددة على سطح الأرض بخطوط الطول والعرض ، فالدائرة الخلفية المارة بالشفة الخلفية العتيدة هى خط زوال الكرة الأصلى (خط جرينتش فى الجغرافيا) والدائرة المتعامدة مع محور البويضة هى خط استواء هذه ، وتكاد تتفق مع الحد بين نصف الكرة الحيوانى الملون ونصفها النباتى ويتطلب إحداث التكور المعوى حركة ابدال فى ساحات الجنين المختلفة تحدث بطريقة خاصة ، فالشفة موجودة أولا على خط الزوال الخلفى ، وتتكون فيما بعد الشفاه الجانبية ، وتتراكم الخلايا المحية فى الجهة البطنية من التجويف المعوى ، ويتبع ذلك دوران الجنين كله ، وهناك جذب فى المنطقة الواقعة على جانبى خط الزوال الخلفى ، وتتحرك الأنسجة نحو هذا الخط لتحل مكان الأنسجة المنغمدة ، أما منطقة الثنايا العصبية فهلالية الشكل يتحرك طرفاها نحو الخط الأوسط الخلفى ويقتربان من بعضهما ، ثم تستقر على الجزء الخلفى من الجنين فى التكور المعوى بعد أن كانت موضوعة كشريط عبر الجنين فى التكور الجرثومى ، ويمهد ذلك الوضع للطور التالى (التكور العصبى[١]) ويتبع ذلك تغيرات ينتج عنها تكوين

(١) Neurula

الذيل يصحبها نمو عام ونمو فى الاتجاه الطولى .

تظهر الثنيتان العصبيتان كنتوءين متوازيين على سطح الجنين الخلفى ، وتحيطان بالثقب الجرثومى الذى صار شقا بسيطا ، ويسمى الجنين إذ ذاك بالتكور العصبى ، ثم يتحول الميزاب بين الثنيتين إلى قناة تعوق جدرانها ثقب الجرثومة عن الاتصال بالخارج ، فتتكون القناة العصبية المعوية ، التى تصل بين القناة المعوية والقناة العصبية وتغطى بعد ذلك الطبقة الظاهرة لسطح الجنين كله ، ولكن تبقى بعض الحواس على السطح ، ويصبح الحبل الظهرى مستطيلا اسطوانى الشكل ، كما يظهر تجويف السيلوم فى الصفيحة الوحشية للوسطى .

يرتبط تكوين الذيل ارتباطاً وثيقا بالتكور المعوى والعصبى ، إذ يتكون بتلاقى الثنيتين العصبيتين قوسان يكون الخارجى منهما البشرة ، والداخلى القناة العصبية ، وينمو القوس الخارجى فى إتجاه مؤخرى مكوناً بشرة الذيل ، وينثنى القوس الداخلى كحرف ل ، فينمو الحبل الظهرى فى تجويف الحرف إلى طرف الذيل ، ويكون الجزء الواقع خلفه القناة العصبية الانتهائية ، بينما يكون الجزء الصغير البطنى الكتل العضلية للذيل ، فلم يكن إذن الزر الذيلى فى حالة أثر غير متباين ، واشتقت عضلاته من الجزء المؤخرى للثنايا العصبية ، ولم تنغمد هذه المادة العضلية قطعا ، وربما عاق حجم المح هنا عملية الانغماد ، ولو قدر لثقب الجرثومة أن يبقى طويلا لانغمدت مادة عضلات الذيل .

يرى مما سبق أن أساس الأعضاء الهامة فى الجنين قد وضع كما حدد مركزها وشكلها ، وتظهر باقى الأعضاء بنفس الطريقة ، وتتكون فى منطقة الرأس رقع سميكة فى الجرثومية الخارجية ينشأ منها العضو الحساس فى مجموعة الخط الوحشى ،

وتساهم فى تكوين خلايا عقد بعض أعصاب الدماغ (Placodes) ، أما أندوثيليم القلب فمبعثر بين أرضية المعى وطبقة السيلوم الحشوية ، والمظنون أنه مشتق من هذه الأخيرة ، ويتبع تحديد الآثار الأولى للأعضاء نمو سريع ، وتحدد هذه السرعة النسبية والمطلقة شكل العضو النهائى وشكل الجنين ، ويلى ذلك طور التباين الدقى ، فتتباين خلايا الأعضاء المختلفة لتقوم هذه بوظيفتها المستقبلة ، وتتخصص الخلايا مكونة أنسجة خاصة بالعضو تختلف عن بعضها ، وعن الخلايا التى نشأت منها ، ومتى تم هذا التباين الدقى فى عضو ما فإنه يستقبل طور النشاط الوظائفى ، ويهذب القيام بالوظيفة نتائج التباين ، وفى الواقع لا مندوحة عنه لإتمام التباين واقترح روكس تسمية الطور الأول (التباين الدقى والنمو) بطور ماقبل الوظيفة ، والتالى بطور الوظيفة ، ويتناول هذا المختصر الطور الأول ، فيبحث عن أصل التباين ، وعن اعتماد طور ما على طور آخر فى سلسلة الحوادث ، ثم عن ماهية الأسباب التى أوجدت هذا التتابع .

٣ — التكوين المبكر فى البرمائية — تحليل تمهيدى تجريبى

يتعين محور البويضة قبل التلقيح ، وهى لا تزال فى المبيض ، إذ أن المح مركز فى أحد نصفيها ، والأوعية مرتبة فى بعض الأنواع بحيث يصل الدم الشريانى إلى البويضة الأولية من أحد جوانبها ، ويغادرها الدم الوريدى من الجانب المقابل له ، ويسبب هذا تدرجا فى التأكسد ، فيتراكم المح فى المنطقة القليلة التأكسد ، ويظن أن لهذا العامل ، أو ما يماثله أثراً فى إحداث القطبية فى بويضة البرمائية ، ويتجه النصف النباتى لأسفل عند انتهاء تكوين البويضة ، وإذا قلبت البويضة وأبقيت عنوة فى موضعها المعكوس لسال المح بفعل الجاذبية نحو النصف الأسفل الجديد ، وإذا استمرت هذه البويضات فى التكوين

أحدثت أجنة عادية ، وليست الجاذبية عاملا فى إحداث التمحور ، ولو أنهـا تجمل المحور رأسياً فى التكوين الطبيعى ، وتكون البويضات التى سلمت من تأثير الجاذبية بإدارتها باستمرار أجنة عادية ، ويرى من هذا أن تحـديد محور البويضة موكول لعوامل خارجية .

يلى ذلك اكتساب التماثل الجانبى ، وقد تبين أن مدخل الحيوان المنوى فى البويضة يحدد المستوى الأوسط للجنين ، إذ يكاد الهلال الرمادى يقع مقابل نقطة دخوله ، ويدل أثر ملون داخل البويضـة على مسار الحيوان فيها إذا ما قطعت ، وإذا لقح البويضة حيـوانان منويان فى وقت واحد تكون الهلال الرمادى بالنسبة للاثنين معاً فالتماثل الجانبى منوط بعامل خارجى ولـكن العامل الهام فى أحداث ظاهرة ما ليس هو العامل الوحيد فى ذلك ، فمثلا أمكن إحداث توالد عذرى صناعى فى بويضة الضفدعة بوخزها بإبرة غمست فى دم أوليفا فاكتسبت البويضة التماثل الجانبى ، ولـكن بدون علاقة بين مستواه وبين نقطة الوخز فلابد أن بالبويضة بعض القدرة على تحديد هذا المستوى ، وهى عرضة لأن يطغى عليها منبه خارجى قوى كدخول الحيوان المنوى أو اتجاه سير المح فى حالة قلب البويضة عنوة ، وتتكون شفة ثقب الجرثومة الخلفية فى هذه الحالة فى موضعها الطبيعى ويكون الهلال المـكون بالشفاه الوحشية مقعراً نحو المح دائما ، أما إذا لم يكن هناك منبه قوى كما فى التوالد العذرى الصناعى فإن قدرة البويضة تحقق بمفردها تكوين مستوى التماثل الجانبى ويمكن القول إجمالا بأن تحقيق تكوين التماثل الجانبى منوط بعوامل خارجية .

تنقسم البويضة بعد ذلك إلى عدة وحدات صغيرة يدعى كل منها الـكتلة الجرثومية « بلاستومير » ، وقد كان من نتائج ظهور المحورين الأمامى المؤخرى والخلفى البطنى أحداث تفاوت فى نشاط الخلايا وانقسـامها فى مختلف الجهات

ينتج عنه تدرج فى حجمها من القطب الحيوانى إلى النباتى والخلايا الخلفية أسرع انقساما وأصغر حجما من البطنية ، والتدرج الـكمى ظاهرة هامة فى البويضة ، ويمكن تغيير سرعة الانقسام بتعريض البويضة لتفاوت حرارى يجعل أحد قطبيها ساخناً والآخر بارداً ، ولا يمنع تراكم المح فى جهة واحدة حدوث الانقسام الـكلى الـكامل ، ويمكن إحداث انقسام جزئى كما فى الأسماك الغضروفيـة والطيور والزواحف بطريقة الأمخاض ؛ فيقتصر الانقسام على قرص (القطب الحيوانى) مستقر على كتلة من المح غير منقسمة ، وقد تهجر بعض النوايا مكانها لتحتل المح فتشبه بذلك نوايا المح فى الأسماك الغضروفية .

يلى ذلك التكور المعوى الذى يبشر به ظهور الشفة الخلفية لثقب الجرثومة فى خط عرض معين فى التكور الجرثومى على خط الطول الأصلى الخافى ، وقد أمكن تغيير المستوى بالتجربة ويحلل التكور المعوى إلى عدة مركبات فى البرمائية فتنتشر أولا خلايا القطب الحيوانى لتكسو سطحاً كبيراً ، وتنتشر ثانياً الخلايا الحافية بين النصفين النباتى والحيوانى صوب القطب النباتى ثم تميل ثالثاً الخلايا الواقعة أسفل المنطقة الحافية فى الخط الأوسط الخلفى إلى الانغماد مكونة نقرة صغيرة ، وتحدث هذه التغيرات عادة سويا وإذا ماخات ساحة على السطح بانغماد مادتها احتلتها خلايا من القطب الحيوانى ، ويمكن بعملية بسيطة تحليل التكور المعوى إلى مركباته ؛ فلو أزلنا جزءاً من القطب الحيوانى لاحتلت الخلايا أسفل خط الاستواء مكانا أعلاه نتيجة لعملية البرء ومع ذلك يحدث الانغماد فى موضعه الطبيعى أى فى المنطقة التى كان يجب أن تصل إليها الخلايا الحافية ، وإذا فصلت قطع من منطقة الشفة الخلفية لثقب الجرثومة حاولت أن تستقر فى الداخل بالانغماد .

يمكن الإخلال بتآزر هذه العمليات بتغيير نظام التدرج أو النشاط النسبى لمختلف الأجزاء أو بتغيير الشكل نفسه ، ويمكن القول بأنه كلما قرب جزء من

الشفة الخلفية لثقب الجرثومة فى البداية كلما كان موضعه أمامياً عند انتهاء العملية ولنعد الآن لساحات الأعضاء المقبلة التى يمكن تخطيطها على التكور الجرثومى ولنبحث عن السبب فى تباين الخلايا . ويجب الإشارة إلى أن اختلاف نوايا الخلايا الجرثومية لا يفيد فى ذلك السبيل ؛ فإذا ضغطت البويضة بين شريحتين من الزجاج يضطرب نظام الانقسام وتتابع اتجاهاته مما يسبب وجود نوايا فى مواضع ما كانت لتوجد بها لولا ذلك الاضطراب ورغماً عن ذلك يستمر التكوين طبيعياً إذا ما أزيل الضغط والتباين منوط بعامل يؤثر على كل أجزاء السيتوبلازم بصفة عامة وليس مقصوراً على النوايا .

ثبت بالتجربة أن مصير أغلب ساحات الجنين فى ذات الذيل البرمائية[١] لم يتقرر بعد عند طور معين فى التكور المعوى ، فإذا أخذت قطعة من القناة العصبية العتيدة وطعم بها جنين آخر لكونت خياشيم ظاهرة مثلا إن كان موضعها الجديد فى ساحة تلك الأنسجة والعكس صحيح ، وعليه تتكون الأجزاء طبقاً لوسطها الجديد ، ويستمر الحال كذلك إلى طور معين فهى إلى ذلك الطور تستبق مرونتها ، ولم تسلم نفس الطبقات الجرثومية من هذه المرونة فقد أمكن تكوين ألياف عضلية مثلا من شرائح من البشرة الخارجية ، وتزول تلك المرونة فى طور تال فينمو الجزء أينما وضع إلى ما كان يفعله فى وضعه الطبيعى فلا بد أن عوامل خاصة قد أكسبت الساحات مآلها المقبل ، ورسمت لها مستقبلها نهائياً ، ويظن أن تلك العوامل كيمائية ، ولهذا أطلق على هذا الطور التباين الكيمائى وفيه يتحول الجنين إلى رقع محدوده ويحل ذلك الطور تدريجيا ، وقد ظهر بالتجربة أن القناة العصبية محدودة تحديداً ضعيفاً فى مستهل التكور المعوى ، ويمكنها ذلك من النمو فى اتجاهها المأمول وشذت منطقة الشفة الخلفية فى البرمائية

---

(١) Newt

عن قاعدة المرونة هذه ، وهى تكون الحبل الظهرى ، وبعضاً من الجرثومية الوسطى وتحدد مبكراً جداً وإذا طعمت بها أجنة أخرى كونت دائما ما تنتجه فى موقعها الطبيعى وهى مقدر لها أن تنغمد تحت السطح الخارجي ؛ فإذا طعمت بها أى بقعة فى جنين آخر فى طور التكور الجرثومى أو المعوى المبكر لاستقرت تحت السطح وحرضت أنسجة المضيف المجاورة لتكون الأعضاء الجنينية الأساسية بلا اعتبار لمستقبلها فهى ترغم الأنسجة الأخرى المرنة على أن تكون جنينا ، ولذا أسماها سپمان « معضونات »[1] ، وتبين التجربة الآتية أهميــة المعضون فى التكوين فإذا فصلت الـكتلتان الجرثوميتان الأولتان بمستو يفصل اليمنى عن اليسرى كون كل منهما جنيناً تاما مصغراً ، وإذا فصل مستوى الانقسام النصف البطنى عن الخلفى لأنتج الأخير جنينا ، أما البطنى فيكون طبقات جرثومية غير ناضجة .

أدخل روكس الاصطلاحين « التباين الذاتى » و « التباين التابع » ، وكل ساحات البرمائية ما عدا المعضون ذات تباين تابع إذ يتوقف مصيرها على عوامل خارجية ، ولـكن بعد مضى وقت معين تصبح الساحات الرئيسية ذات تباين ذاتى أى أن العوامل المنظمة للتكوين كامنة فى نفس الساحات ، فإذا طعمت أنسجة نوع بأنسجة نوع آخر قبل طور التكور المعوى لتباينت الأنسجة والأعضاء تباينا تابعاً ، أما حجم الخلايا ولونها فذاتياً ، وتؤثر عوامل خارجية أيضاً فى طور التباين الذاتى فيتوقف الشكل على عوامل آلية لا تؤثر على نوع النسيج ، ولا يتناول البحث هنا تابعية التباين لعوامل خارجية ، ولا أثر العوامل الآلية على الشكل بل تابعيــة نسيج ما لنشاط أجزاء أخرى فى الجنين ، وثم أمثلة أخرى للتباين التابع ؛ فتكوين العدسة والملتحمة تابع للحويصلة البصرية والمخفظة

---

(١) Organisers

السمعية تابعة للحويصلة السمعية والانقلاب فى البرمائية تابع لتركيز خاص لأفراز الغدة الدرقية والنسيج الدقيق للعظام تابع للضغط المعرضة له ، ويلاحظ أن عملية التباين تابعة فى مبدأ أمرها (يراجع تعيين المحورين والمعضون) أما تباين الأجزاء الباقية فيتوقف على التأثير الكيمائى للمعضون وعلى موضع الجزء بالنسبة للمحور الأمامى المؤخرى ومستوى التماثل الجانبى ، وحالة الثنايا العصبية خاصة فهى تنشأ موضعياً بفضل التباين الكيمائى حتى بعد إزالة المعضون ويحرض الأخير على تكوينها أنى طعم فهى تحت تأثير عاملين وهذا ضمان مزدوج لها وإذا ما أتمت بعض الأعضاء تباينها الذاتى استطاعت تحريض أخرى لتنشأ بالتباين التابع كالعدسة والحويصلة البصرية ، وقد تحدد مناطق كبرى ثم تقسم إلى مناطق فرعية تحدد ذاتياً ، ويحدث هذا فى حالات كثيرة كما فى الأطراف مثلا ويقع الجنين الآن تحت أثر عوامل آلية فلا تآزر عن طريق الأعصاب أو السوائل بل أثر المعضون فقط ، وربما عوامل كيمائية تؤثر بالملاصقة ، وقد تحدث قطبية البويضة تقطيباً فى جميع الآثار الأولى للأعضاء ، ولا يستعاض عما فقد فى طور التباين الذاتى ، ولو أنه من الممكن إعادة الترتيب فى البويضة والتكور الجرثومى والمعوى أما الإصلاح فيصبح ممكنا فى العلقة وسنعود لذلك فيما بعد .

يرى مما تقدم أن التكوين حادث وليس أزلياً ، ويتوقف على مقدرة الخلية على الإجابة لمنبهات خارجية فى أول الأمر ثم داخلية فيما بعد ولا يسير التكوين طبيعياً إلا فى بيئة طبيعية كما لا تكفى العوامل الوراثية لتعليل التكوين الجنينى وهو محصول للتفاعل بين مادة الخلية والجهاز الوراثى من جهة وبين عوامل البيئة الخاصة من جهة أخرى وهذه خارجية وداخلية .

٤ — القطبية — التماثل وعدم التماثل

إن أول خطوة فى تباين متعددة الخلايا هى اكتساب محور ذى قطبين ويحدد هذا عوامل خارجية فهو منوط فى عشب البحر[1] مثلا بالضوء الساقط ويمكن تحديده فى أى اتجاه بتسليط تيار كهربائى على خلية عشب البحر ووجد أن البويضات المكونة لجاميع تكتسب قطبيتها بحيث تبعد قمتها عن المجموع وربما كان العامل كيمائياً لأن ضغط الأوكسيجين قليل فى الداخل كبير فى الخارج وبسبب ذلك التفاوت القطبية وينطبق هذا على كثير من الحيوانات إذ يحوى السائل المحيط أن مبيضياً أو ماء بحر قدراً كبيراً من الأوكسيجين إذا قورن بنسيج المبيض أما فى الفقريات فالأوكسيجين فى المبيض أعلى منه فى السائل المحيط بفضل الأوعية الدموية ومما هو جدير بالذكر أن الجانب المعرض فى بويضة الطيور الأولية هو القطب النباتى والمتصل هو الحيوانى وتلاحظ نفس الحالة فى حاد الطرفين .

تمدنا ظاهرتا التوالد العذرى والاصلاح بأمثلة تؤيد اكتساب القطبية بعوامل خارجية فاذا فصلت قطعة من بعض أنواع ذى الأرجل المائى فإنها تصلح نفسها عند الطرف السفلى قبل العلوى ولكنها إذا عرضت لتيار كهربائى حدث الإصلاح عند القطب الموجب أولا بلا مراعاة للقطبية الأولى التى أمكن التغلب عليها بعوامل خارجية وهناك أمثلة كثيرة لاكتساب القطبية الجديدة فإذا استحالت مادة بعض السيلونتراتا إلى كتلة لا شكل لها بفعل مادة سامة ثم أنعشت بوضعها فى ماء صاف لبدأ الآصلاح فيها من المركز .

تكون محتويات البويضة طبقات يمكن رؤية بعضها كالمادة الملونة والمح

Fucus (١)

والدهن وهذا التطبيق ناتج من اكتساب القطبية و يمكن تغيير اتجاه هذا التطبيق بطريق الإنخاض ورغما عن ذلك يستمر التكوين متأثراً بالمحور الأصلى وقد استقر التمحور فى بعض البويضات التى تظهر هـذه الحالة فى مواقع لا تتأثر بالإنخاض و يمكن تغيير تلك البويضات التى تحوى كميات كبيرة من المح بعملية الإنخاض .

المعتقد أن تحديد مستوى التماثل الجانبى فى الضفدعة منوط بدخول الحيوان المنوى ، وقد يجوز أن يكون فى أى مستو مار بمحور القطبين قبل التلقيح أما آلية تحقيقه فكامنة فى البويضة يوقظها دخول الحيوان المنوى و يطغى هذا على أى عامل آخر و يرتبط تكوين الهلال الرمادى بتدرج فى النشاط ممتد فى اتجاه خلفى بطنى عبر خط الإستواء ويدل على ذلك سرعة الإنقسام فى النصف الحيوانى فى خط الطول الخلفى وابتـداء التكور المعوى فى منطقة الشفة الخلفية ثم انتشاره حول البويضة حتى تصبح الشفة دائرية ونتائج التجاريب فإذا وضعت بويضات بعض عديمة الأذناب[1] فى وسط منخفض الحرارة لدرجة قاتلة لها أو فى محلول سيانور البوتاسيوم أو النوشادر أو السليمانى ذى التركيز القاتل لبدأ التفكك الحادث فى الخط الخلفى من أى مستو ثم يتجه نحو البطنى وإذا كانت درجة البرودة أو التركيز غير قاتل أبطأ تباين المناطق الخلفية أكثر من غيرها و يزداد التـدرج (الخلفى البطنى) فى نشاط الأنسجة بين طورى التلقيح والتكور المعوى فيبتدىء التفكك تحت ظروف التجربة فى القطب الحيوانى إذا عرضت البويضة بعد التلقيح تواً وتتفكك الشفة الخلفية قبل أو مع المنطقة القطبية فى طور الإنقسام وتقود حركة التفكك فى طور التكور المعوى .

ظهر بالتجربة أن مستوى التماثل الجانبى يتحدد قبل رؤية أى تماثل جانبى

---

(١) Anura

فى الجنين فإذا وضعت بويضة قنفد البحر فى محيط مفرغ الهواء تكونت نقرة فى مركز خاص يتفق مع الجزء البطنى من العلقة كما ظهر بالصبغ فى الأحياء وإذا مطت بويضة البرمائيــة صناعياً تكون المحور البطنى الخلفى فى اتجاه محور المط وتوجد فى قنفد البحر حبيبات دهنية ، يمكن تغيير موضعها بالإمخاص ويتكون جزء العلقة البطنى حيث تتراكم هذه الحبيبات ويتحدد المحور البطنى الخلفى فى بويضة ذات الجلد الشائك قبل التلقيح ، ويستدل عليــه بتوزيع المح الخاص أو باستطالة البويضة ويرى من ذلك أن بعض الظاهرات تحــدد قبل التلقيح أو بعده وسنعود لذلك (٥)

عدم التماثل الجانبى : هناك أنواع لا يعرف فيها العامل التكوينى فى عدم التماثل كجماجم بعض الحيتان والغربان ، حيث يرى أن بعض العظام غير متماثل ويتجــه فى بعض الأسماك الجانب الأيمن أو الأيسر نحو قاع البحر ويتبع ذلك تغيير فى تركيب الرأس وتختلف البويضات ذات التماثل الجانبى عن ذات التماثل الشعاعى[١] ، وتوجد أشد أنواع عدم التماثل فى بعض الرخوة « مولسك » حيث الأجزاء الداخلية ملتوية على بعضها والأعضاء المزدوجة غير متماثلة وتحدد البويضة الأوليــة قبل الانقسام الاختزالى ، عدم التماثل فى البالغ ، والانقسام حلزونى وعكسى فى أنواع الحلزونات اليمنى واليسرى وربما كان وضع مغزل الإنقســام الحلزونى الأولى مسبباً لنوع عدم التماثل الظاهر فى البالغ ، وتسيطر عوامل وراثية على هذا الوضع ووجد بالتجربة فى الفقريات أن عدم تماثل أمعاء وقلب الضفدعة متوقف على عامل كامن فى سقف المعى ، فإذا أخذت قطعة مربعــة من القناة العصبية العتيدة (قبل اتحاد الثنايا العصبية) ومعها سقف المعى أسفلها من منطقة حوالى منتصف الجنين ثم أديرت بقدر ١٨٠° وأعيدت مكانها كان الجنين الناتج

---

(١) Radial

طبيعياً ، ولكن الأجزاء الغير متماثلة معكوسة الوضع و إذا لم تشمل القطيعة جزءاً من سقف المعى لبقى عدم التماثل عادياً ، و إذا أزيلت القطعة فقط ظهرت نفس النتيجة إذ ربما كانت هنالك عوامل أخرى تسيطر على الموقف وثم تجارب أخرى على التكور الجرثومى لبعض ذات الذيل البرمائية [١] فلو قبض التكور بلف شعرة دقيقة حوله فى مستوى التماثل الجانبى ينتج جنين ذو رأسين مع عدم تماثل طبيعى فى الأيسر وعدم تماثل تام الإنعكاس فى الأيمن وتحدث هذه الحالات عادياً فى السمكة المنقوشة [٢] ، و إذا انقسمت القناة الهضمية فيما بين المعدية والمبرز أظهر العضو الأيمن انعكاساً تاماً فى عدم تماثله بينما يكون العضو الأيسر عادياً ويمكن تقسيم آثار القلب الأولى عند طور الزر الذيلى فى جنين البرمائية بقطع طولى فى الخط الأوسط فينتج قلبان الأيسر منهما طبيعى فى عدم تماثله والأيمن تام الانعكاس وتدل هذه التجارب على ثبات العضو الأيسر على حالته الطبيعية وقصر الوضع المعكوس على العضو الأيمن و إذا قسم التكور الجرثومى إلى جزئين أيمن وأيسر بالقبض بخيط لكان الجنين الأيسر عادياً فى عدم تماثله أما الأيمن فطبيعى فى نصف الحالات أيضاً أما النصف الآخر فذو وضع معكوس فلا يمكن أن يحدث عامل عدم التماثل نوعاً خاصاً من الأنسجة الغير متماثلة كما أنه لا يتمركز فى الجهة اليسرى على حساب الجهة اليمنى كما ثبت بالتجربة على الطور ذى الخليتين فى ذات الذيل [١] ، ويؤيد هذا الرأى أن البويضة إذا قلبت وتركت لتتكون فى وضعها الجديد فإنها لا تحدث جنيناً معكوس الوضع ، مع أن الجانب الأيسر أصبح أيمناً ويعتبر أن العامل يسبب نشاطاً عظيما فى أنسجة الجهة اليسرى إذا قورنت باليمنى ويحل هذا تدريجياً .

---

(١) Newt

(٢) Trout

ينتج من أثر عامل عدم التماثل أن أعضاء خاصة تنمو ، وتتباين بسرعة على الجانب الأيسر فالأثار العضلية للقلب مزدوجة أولا ثم تتحرك نحو الخط الأوسط فإذاما أزيلت هذه فى طور مبكر وتركت لتنمو بمفردها فى عزلة لانقبضت الأثار اليسرى ولكان تباينها الدقى أرقى من تباين اليمنى وإذا كان هذا هو حال عامل عدم التماثل فإنه يخضع للتجاريب فإذا أزلنا بعض المادة من الجانب الأيسر فى فى جنين بعض ذات الذيل [1] فى طور التكور الجرثومى لنتج جنين ذو وضع معكوس تام وإدا عرض الجنين لعوامل طبيعيــة يتفاوت تأثيرها على الجانبين لحصلنا على نفس النتيجة وربما كان ذلك هو السبب فيما ينتاب أجنــة صغير الدجاجة من انعكاس تام إذا سخن جانبها الأيسر أبان التفريخ أكثر من الأيمن أما الأجنة التى يعين فيها مستوى التماثل تجريبياً فإن عدم تماثلها طبيعياً وعليــه فتتعين سيادة الجانب الأيسر فى نفس الوقت الذى يتحدد فيــه مستوى التماثل الجانبى والنتيجة أن تحديد المحور الأيمن الأيسر مرتبط بشكل ما بمستوى التماثل الجانبى وهو نتيجة عامل كامن فى البويضة وإذا ما تعين المحور الأمامى المؤخرى والخلفى البطنى فى البويضة يتحدد طبيعياً المحور الأيمن الأيسر ولذلك شبيه فى الجماد فإذا مر تيار كهربائى فى موصل كائن فى مجال مغناطيسى عمودى على الموصل فإن هناك قوة تعمل فى الموصل عمودياً عليه وعلى المجال .

إن عدم التماثل واضح فى حاد الطرفين جــداً ، ويمكن الحصول على أجنة مشوهة مزدوجة بقلب نظام الطور ذى الأربع خلايا ويظهر كلاهما عدم التماثل العادى والفرق بين هذه التجاريب وبين السابقة ظهور التماثل الجانبى مبكراً فى بويضة حاد الطرفين بفضل مواد كيائيــة ، تتكون مباشرة عقب التلقيح ولقد أضافت التجاريب التى أجريت على ذات الجلد الشائك إلى ما وصل إليه عن

---

(١) Newt

طريق البرمائية بل وعضدته ويرى من ذلك أن التقطب والتماثل الجانبى منوطان بعوامل خارجية ويحدثان تدرجاً فى النشاط ينتشر فى كل البويضة كما ان هناك تدرجاً آخر منوط به احداث عدم التماثل .

٥ — الانقسام والتباين

المعلوم أن المستويين الأولين للانقسام طوليان فى جميع الأنواع ما عدا الديدان الخيطية فهما مستعرضان ، ويمكن تغيير طرز الانقسام بالتجربة ؛ فلو قطعت بويضة قنفد الماء قبل تلقيحها ثم لقحت بعد ذلك كان مستوى الانقسامين الأولين عموديا على السطح المقطوع ، وإذا أعدنا تطبيق محتويات البويضة بالأمخاض كان مستوى الانقسامين فى بعض بويضات قنفد الماء عموديا على المحور الجديد مهما اختلف عن المحور الأصلى ، وإذا وضعت البويضة بين شريحتين من الزجاج كان الانقسام الثالث طولياً أيضاً وليس مستعرضاً كما هو منتظر ، وتنص قاعدة هيرتوج على أن مغزل الانقسام فى الميتوس[١] موضوع محوره الطولى فى اتجاه المحور الطولى للبروتوبلاسم ، ومن نتائج هـذه التجربة الأخيرة الإخلال بتوزيع نوايا الانقسام ، ولـكن التكوين التالى طبيعى رغم ذلك ، ويدل هذا كما ذكر سابقاً على تساوى النوايا الناتجة نوعا وكما ، وقد برهن ذلك بتجربة حديثة دقيقة إذ قبضت بويضة بعض ذات الذيل[٢] بشعرة دقيقة إلى جزءين بحيث استقرت النواة فى أحدهما فسبب انقسام النواة انقسام الجزء الحاوى لها فى حين لم ينقسم الجزء الآخر ، وإذا ما فـكت العقدة استطاعت أى نواة الوصول إلى هذا الجزء فإذا كان الانقسام الأول فى مستوى

---

(١) Mitosis

(٢) Newt

التماثل الجانبى وشدت الشعرة ليصبح الانقسام تاما ثانية لـكون كل من النصفين جنينا صغيراً طبيعياً ، ويحدث ذلك فى طور الخليتين والأربعة والثمانية والستة عشر أى أن النواة لم تفقد شيئاً بانقسامها فى هذه الأطوار ، أما فى طور الاثنين والثلاثين خلية فلا يكفى مرور النواة إلى الجزء المحروم منها للحض على التكوين وربما كان السبب فساد البروتوپلاسم لحرمانه من النواة ولعدم قيامه بوظيفتـه وبرهن تساوى النوايا فى أطوار الانقسام المتأخرة تجريبياً على بويضات بعض الحشرات ويرى من ذلك أن انقسام نوايا الـكتل الجرثومية ليس سبب التباين فلينظر فيما إذا كان السيتوپلازم متساويا فى مختلف الـكتل الجرثومية ، وقد تبين أن النصف الجانبى ، والنصف الخلفى من بويضة ذات خليتين فى البرمائى (١) يتباين كل منهما إلى التكور الجرثومى أو المعوى بينما لا يتباين النصف البطنى مثلهما ، فالمناطق المختلفة ليست متساوية ، وهـذا منوط طبعاً بالسيتوپلازم ، وإذا رغب فى استمرار التكوين بعـد التكور الجرثومى وجب أن يحوى الجزء المتباين جزءاً من المعضون ، ويمكن تحريض النصف البطنى من جنين فى طور التكور الجرثومى أو المعوى المبكر على الاستمرار فى تباينه إذا طعم بالشفة الخلفية لثقب الجرثومة من جنين آخر فلا يحتاج الجزء البطنى إذن إلا المعضون وهو الجزء الذى لا غنى عنـه للتباين ويظهر عقب التلقيح فى البرمائى (١) ، وإذا اشتملت خليـة واحدة من طور الأربع خلايا على جزء من الشفة الخلفية لثقب الجرثومة لأنتجت جنيناً تاماً مصغراً ، وإذا وضع جنينان متصالبان فى طور الخليتين بحيث يتجاور الهلالان الرماديان فإنهما ينتجان جنيناً واحداً كبيراً ، وإذا لم يتجاور الهلالان أحدثا جنيناً مزدوجاً ، والواقع أن البروتوبلاسم متساو فى الخلايا إلى طور الأربع خلايا ما عدا منطقة الشفة الخلفيـة ، أما إذا تـكونت

---

(١) Newt

المنطفتان الحيوانية والنباتية (طور الخلايا الثمانية) وزعت قدرة البروتوبلاسم وأصبحت غير متساوية ، وليس من المستطاع فصل الكتل الجرثومية فى عديمة الأذناب فلجأوا عوضاً عن ذلك إلى أتلاف كتلة جرثومية بإبرة ساخنة فكونت الكتلة الأخرى نصف جنين فقط ، وإذ ما عكس الجنين فى طور الخليتين حاول كل من الكتلتين أن ينتج أقصى ما يستطيع من جنين تام ، أى أن التحديد لم يحل بعد عند ذلك الطور ، وإذا أتلفت إحدى الكتلتين ثم عكس الجنين لكونت الكتلة السليمة جنيناً يكاد يكون تاماً ، والسبب فى ذلك انتقال المح إلى أسفل فى عملية عكس الجنين ، وقد شوهدت حالة احتوى البويضتين فيها غشاء واحد فأصبح شكل كل منهما نصف كروى ، وكان الجنين الناتج من كليهما ناقصاً عند السطح المستوى ، وأزيلت كتلة جرثومية فى بعض عديمة الأذناب بطريق المص فتكورت الكتلة الأخرى وأنجبت جنيناً كاملا وأمكن بفضل ما أدخل من التحسين على الطرق العملية فصل الكتلتين الجرثوميتين عن بعضهما فى الضفدعة فأنتجت كل منهما جنيناً كاملا فى حالة وجود الهلال الرمادى فيهما ، ودلت التجارب على أن أنسجة عديمة الذيل تشبه فى درجة مرونتها ذات الذيل[1] ما عدا المعضون .

أمكن الحصول على جنين مزدوج فى الضفدعة بعكس البويضة الغير منقسمة وقد تتكون ثلاثة أجنة مشوهة ، ولوحظ وجود خط من المح الكسول قريباً من السطح ، ويؤثر هذا على التكور المعوى فتنقسم الشفة الخلفية بفعل تلك العقبة ويتغير موضع التجويف الجرثومى فى حالات أخرى وكأنما يسبب الضغط على جدرانه عقبة تنقسم أمامها شفة ثقب الجرثومة وتحدث أيضاً أجنة مزدوجة مشوهة بتلقيح بويضة تخطت درجة النضوج العادى فى الضفدعة ، إذ ينتج من

---

(١) Newt

ذلك ازدياد نسبي فى القصور الذاتى للمح ذى الخلايا الكبيرة النباتية ، ثم تنقسم شفة الثقب الجرثومى عند ابتداء التكور المعوى ويحدث فى هذه التجارب نمو غير معضون يتكاثر على حساب الجنين ويكون سروحيات كما يمكن نقله بالتطعيم .

لنعد الآن إلى تجاريب فصل الكتل الجرثومية فى أنواع الحيوانات الأخرى ، وقد أظهرت هذه أن بعضها يكون علقات طبيعية ذات نسب عادية ولكنها صغيرة الحجم بينما يكون بعضها أنسجة جزئية فقط ، وقد ميزوا هذين النوعين عن بعضهما فى مستهل الدراسة التجريبية ، ولكن ظهر أن كل الحيوانات تقوى فى طور ما من حياتها على إعادة تنظيم حالتها ، ثم تفقد هذه القدرة فيما بعد .

يحدث الانقسام الثالث فى مستو مستعرض مكوناً ثمانى كتل جرثومية لا يكون أحدها بعد الفصل علقة كاملة كما لا تتكون علقة كاملة من النصف الحيوانى أو النباتى ، ويختلف هذا عن الكتل الجرثومية المأخوذة من طور الخليتين أو الأربعة وكذا النصف الجانبى ، وتمدنا ذات الجلد الشائك بمثل لذلك وكذا بعض الديدان (١) وتقرب بويضات الضفدعة من هذا النوع ، غير أن وضع المعضون على الجانب الخلفى يحدد قدرتها على ذلك ، وهو كما نعلم يتعين عند التلقيح ، وهناك بعض الشبه بين الضفدعة وحاد الطرفين حيث طور الخليتين يمثل آخر طور تستطيع فيه الكتل الجرثومية أن تتباين ، ويرجع هذا إلى تمركز مواد كيمائية لازمة للتباين فى الجزء الخلفى (الحبل الظهرى والصفيحة العصبية) ، وفى الجزء البطنى (الجرثومية الوسطى) أى أن البويضة متماثلة جانبيا بالنسبة لهذه المواد .

ينتهى طور المرونة فى البرمائية عند منتصف التكور المعوى ، وهكذا حاله

(١) Nemertine

فى باقى الفقريات ، ففى الطيور مثلا لا يزال الجنين مرناً حتى طور فى التفريخ مداه اثنان وعشرون ساعة ، ولم يحدد بعد مدى هذه المرونة ، ولم تفحص هـذه النقطة فى الثدييات ، وتمدنا الديدان الخيطيـة[1] بحالة خاصة إذ أن الانقسام الأول فيها مسـتعرض فلو أتلفت بعض الـكتل الجرثومية بالأشعة فوق البنفسجية تـكون ما بقى طبيعيا ، ويجوز جعل الانقسام طوليا بالأمخاض فيكون كلا الـكتلتين فى هذه الحالة أعضاء تناسلية أى أكثر مما كان ينتظر منها وقد تلتحم بويضتان معاً ثم تـكونان جنيناً واحداً ذا نسب منتظمة ، ولـكنه كبير الحجم ، ويدل هذا على القدرة على إعادة تنظيم الحال ، ويمكن فى ذات الجلد الشائك تلقيح النصف الحيوانى أو النباتى لبويضة بعض الأنواع ، فينمو كل مكوناً علقة صغيرة عادية ، ويختلف الحال فى نوع آخر من قنفذ البحر فيكون النصف الحيوانى تكوراً جرثوميا ذا أهداب كثيرة طويلة ، ولـكن لا تحوى العلقات الناتجة معياً ولا جرثوميـة وسطى ، ويحدث النصف النباتى علقات لا فم لها ولا أهداب ولا عضو فمى ، فهناك إذن تحديد هام للقدرة على التباين عبر المحور الأولى للبويضة ، وقد اتسع نطاق البحث بأخذ قطع أصغر من النصف ويمكن تقسيم بويضـة بعض الشائكة[2] فى اتجاه مسـتعرض إلى خمس طبقات يمكن فصل كل منهما عن الباقى فى الطور ذى الاثنين والثلاثين خلية أو ذى الأربعة والسـتين ، ثم دراستها لمعرفة قدرتها التـكوينية فيرى أن القرص الحيوانى الأول يكون تـكوراً جرثوميا محاطاً بالأهداب الطويلة التى يحل محلها أهداب صغيرة تساعد العلقة على العوم ويكون القرص الحيوانى الثانى تـكوراً جرثوميا تغطى الأهداب ثلاثة أرباعه ، ولا تنتج علقة حقة من هذين

(١) اسكارس (٢) Egg urchiy

القرصين ، ويكون القرص النباتى الأول علقة قد يظهر فيها العضو القمى ذى الأهداب وتنغمد المعى ولها أهداب عادية ، ولا يكون القرص النباتى الثانى عضواً قميا ولكن له أهداب ومعى منغمدة ، وتكون الطبقة الخامسة فى النصف النباتى كرة خلوية تتفكك بعد حين ، وإذا أخذت هذه مع القرص النباتى الثانى أحدثت علقة لها معى كبيرة لدرجة أنها لا تنغمد فتكون تكوراً معويا خارجاً ويرى من ذلك أن قدرة النصف الحيوانى تختلف عن النباتى ، والاختلاف مدرج على المحور الأصلى للبويضة ، وثم ظاهرة أخرى فى ذات الجلد الشائك ، فالكتلة الجرثومية من الانقسام الأول أو الثانى تنقسم إذا فصلت كأنها لا تزال جزءاً من البويضة الأصلية ، ولو كان قوام السينو پلازم فى بويضات هذه الأنواع بحيث يعوق استدارة ما ينتج من إحدى خلايا الانقسام بعد فصلها إلى كرة لما استطاعت هذه الخلايا أن تكون علقة كاملة فاللزوجة عامل هام لإمكان حدوث التكوين من أجزاء البويضة أو الكرة الجرثومية ، مثل ذلك أن للبالغ فى بعض السيلونتراتا ثمانى صفائح للعوم ، فإذا تكونت العلقة من أحد خلايا الانقسام الأول كان لها أربع صفائح فقط ، وإذا تكونت من إحدى خلايا الانقسام الثانى كان لها اثنان فقط ، وترى فى بويضة أحد الأنواع الغير منقسمة مادة تظهر خضراء بالمجهر [1] مركزة فى طرف الكتل الجرثومية بعد الانقسام وأن البروتوپلاسم لزج جدا ثم يصبح أكثر سيوله وتوزع المادة الخضراء بنظام فى كل الكتل ، وتتركز بعد طور الخلايا الثمان عند أحد القطبين ، ثم تستقر فى الكتل الصغيرة والبروتوپلاسم لزج قبل الانقسام وأكثر سيوله فيما بعد وإزالته فى الحالة الأولى تسبب ضياع بعض الصفائح ، ولا يحصل ذلك فى الحالة الثانية ولوحظ أن اللزوجة ظاهرة بينه فى بعض أنواع زق البحر [2] .

---

(١) Dark illumination (٢) Ascidians

هناك تباين كيميائى مبكر (قبل التلقيح) فى النوع السالف الذكر ، ويحدث هذا بصفة عامة فى البويضات المعروفة بذات الرقع[1] ، أما فى البرمائية فيحدث بعد طور التكور المعوى وتنتج البويضات ذات الرقع إذا كان التباين الكيميائى موزعا بانتظام ، ومثل ذلك بعض الرخوة[2] ، إذ ينفصل فى الانقسام الأول جزء من النصف النباتى مكوناً الفص القطبى ، ويتداخل هذا فى إحدى الكتلتين مكوناً الجزء المؤخرى للعلقة ، وإذا فصلت الكتلة المقدمة أنتجت علقة مشوهة ، بينما تظهر أجزاؤها الناقصة فى العلقة المكونة من الجزء المؤخرى ، ويعطينا الانقسام الثانى والثالث نتائج مشابهة ، فمن الجلى إذن وجود جزء خاص من البروتوبلاسم فى هذه البويضات يبكر فى تباينه الكيميائى ، وهو ضرورى لتكوين بعض الأجزاء ومستقر فى الفص القطبى الأول ، ويتوزع منه للكتل المختلفة ، ولو أن توزيعه ليس متكافئاً ، وبرهنت هذه الاستنتاجات بإزالة الفص القطبى فى الانقسام الأول والثانى ، فكانت النتيجة فى الأول زوال نفس الأعضاء التى لم تتكون فى مستهل الانقسام الأول ، وزال بعضها فقط فى الحالة الثانية ، وذلك لتبعثر المادة فى خلايا الانقسام الثانى .

توجد فى بعض الديدان[3] وفى الرخوة ما عدا العارية منها مواد متباينة توزع أثناء الانقسام وتكاد تكون القدرة على إحداث الجرثومية الوسطى مقصورة على بعض الكتل الجرثومية والجرثومية الخارجة على كتل أخرى ، والكتلة د من بين كتل الطور ذى الأربع خلايا أكبر حجما من أخواتها الثلاثة الأخرى ، ويعلل ذلك بوجود المواد المكونة للأعضاء فيها فقط ، ويمكن القول إجمالا أن الانقسام الحلزونى طريقة فعالة للتوزيع المبكر لمواد التباين.

---

(١) Mosaic   (٢) Dentālium   (٣) Annelida الحلقية

إلى جهات معينة من الجنــين ، وقد استفادت من ذلك الانيليدا والرخوة ، وتتكون فى بعض السيلو نتراتا قبل التلقيح المـادة الخضراء اللازمة لتباين الجرثومية الخارجة ، وأخرى عديمة اللون لتباين الجرثومية الداخلة ، ثم تستقر فى مواضعها النهائية أثناء الانقسام ، وينطبق هذا على الفص القطبى وما يشابهه وإذا تكونت مواد التباين قبل التلقيح ، فإنها تستطيع أن تغـير موضعها فى البويضة قبل الانقسام أو بعده . أما إذا تكونت بعد نهاية الانقسام كما فى البرمائية فلا يمكن إعادة التوزيع إلا بحركة فى المناطق الخلوية .

تظهر بعض الأنواع ظاهرة التحديد الوضعى فى بويضات غير منقسمة ، ويتحقق ظهورها بفضل التلقيح ، فلبعض الاســكيديا قلنسوة من البروتوبلاسم الصافى عند القطب الحيوانى وكتلة مركزية من المح ، وطبقة سطحية من السيتوبلازم الأصفر ، ويسيل البروتوبلاسم الصافى الأصفر عقب التلقيح نحو القطب النباتى ، ويصبح القطب الحيوانى محتلا بالمح وبقلنسوة صغيرة من البروتوبلاسم الصافى ، ويتحرك الحيوان المنوى داخل البويضة آخذاً معه كثيراً من البروتوبلاسم الأصفر الذى يكون هلالا على السطح أسفل خط اسـتواء البويضة وآخر أعلاه من البروتوبلاسم الصافى ، ويحدد مركزا هذين الهلالين الجانب المؤخرى والبطنى للجنين وتشبه الأمفيوكس هـذه الحالة ، إذ أن التماثل الشعاعى والجانبى محددان قبل الانقسام .

أثبت بالتجربة أن مواد البويضة تعيد ترتيبها بعد التلقيح فيشاهد فى بعض الديدان قصور متزايد فى مقدرة المناطق النباتية والحيوانية فيما قبل التلقيح إلى بدء الانقسام الأول ، فيزداد عدم القدرة على تكوين الجهاز الهضمى تدريجيا ، ودلت التجربة على أن بويضة بعض المولسك ينتابها تخشب لا يؤثر على منطقة الفص القطبى وأن منطقتـه السطحية محددة فى طور البويضة الأولى لتتكون

كما يحدث فى الإنضاج والانقسام الأول ، وإذا ما فصل الفص القطبى قبل الانقسام الأول انتابته تغيرات ذاتية فى نفس الوقت الذى يحدث فيه الانقسام فى البويضة .

يسبب التكوين ذى الرقع تباين كيميائى مبكر قبل الانقسام وتوزع هذه المواد بانقسام خاص ، وقد تحول اللزوجة العالية فى البويضة بينهـا وبين إعادة تنظيم حالها فى أى طور ما وتوجد فى البويضة الملقحة مواد معضونة تسبب تكوين الخارجة والداخلة والصفائح العصبية والحبل الظهرى والألياف العضلية ، فبويضة الاسكيديا الملقحة ما هى إلا رقع معقدة من مواد كيمائية للتباين ، ولنعد الآن لمـا أجرى من التجاريب لاختبار القدرة التكوينية لأجزاء البويضة الغير ملقحة فتظهر الأنصاف المستعرضة لبويضات غير ملقحة لقحت فيما بعد أن القوى مجزءة فى ذلك الطور على طول محور البويضة فينقص العلقة ذلك التسيج أو هذا طبقاً لمستوى القطع ، أما الأنصاف الطولية لبويضة غير ملقحة لقحت فيما بعـد فقد تنتج علقات طبيعية ظاهريا ، وقد تنتج نصفاً جانبيا فقط ، وتترتب المواد المـكونة للأعضاء كدوائر حول البويضة على ارتفاعات مختلفة ، ويمكن إعادة تنظيم الحال أحياناً ويصبح تعيين مواضع المعضونات عند التلقيح أكثر اختزالا ويعوق هذا مع اللزوجة العالية البويضة عن تنظيم حالها .

تتحول البويضة الملقحة بالانقسام إلى عدد من الخلايا لا دخل للانقسام فى تحديد مزاياها المختلفة ، ولو أن هذه متوقفة على لزوجة البويضة وموعـد تباين البروتوبلازم الـكيمائى ، وتمدنا الذبابة العادية بمثـل للتباين المبكر والتكوين ذى الرقع حيث لا دخل أصلا للانقسام إذ تبتدئ النوايا فى الانقسام عند وضع البويضة بينما لا ينقسم السيتوبلازم ، ورغماً عن ذلك فالأجزاء المختلفة محددة ومتباينة فى هذا الأخير ، وقد أمكن تحديد موعـد التباين الـكيمائى فى بعض

أنواع النمل ، و بتوافق هذا مع بدء التباين الظاهر لمختلف المناطق وقبل انقسام النواة . أما فى بعض أنواع الذباب [1] فيحل التباين متأخراً نسبيا فتتمكن البويضة المبكرة من تنظيم حالها فتكون حشرة ذات نسب عادية من نصفها المؤخرى إذا قسمت إلى قسمين وتركا متصلين ، وكذلك تكون حشرتين من بويضة واحدة قسمت فى اتجاه مستعرض ، ولكن إذا قبضت البويضة أو أتلفت جزئيا فيما بعد فلا نحصل إلا على أجنة جزئية فقط وتوصلوا إلى حقيقة خاصة فى هذه الحالة تلخص فى أن عملية التباين الكيمائى تنتشر كسيل من مركز قريب من مؤخر البويضة .

إذا فصلت كتل جرثومية من قنفد البحر لوحظ أنها تنقسم كما لو كانت فى مكانها الطبيعى ، وتكون رغم ذلك علقات كاملة . إذ لا أثر لطريقة الانقسام على التباين والتكوين التالى ، وتتوقف عملية الانقسام فى قنفد البحر على عدة عوامل .

١ — سيطرة البروتوبلاسم على وضع مغازل الانقسام ، فمستواها مستعرض حتى طور الخلايا الأربع ، ولذا فالانقسام طولى وتتحول بعد ذلك المغازل إلى المستوى الطولى ، فيصبح الانقسام مستعرضاً ، وتوجد بعد ذلك مجموعتان من المغازل أحدهما فى النصف النباتى ، والآخر فى الحيوانى . وقد أظهرت التجربة أن مغزل الانقسام يثبت تدريجياً فى محور معين ، فإذا أخذ نصف طولى من بويضة بعد تلقيحها بربع ساعة لانقسمت كبويضة كاملة . أما إذا فصلت بعد ثلاث أرباع الساعة لانقسمت كاحدى كتل الخليتين وذلك لثبات محور المغزل .

٢ — عدم تساوى الانقسام فى القطب النباتى لوجود منطقة خاصة من البروتوبلاسم تسبب انتاج كتل صغيرة وأخرى كبيرة .

---

(١) Dragon

٣ — لا تكتسب هذه المنطقة خاصيتها هـذه إلا بعد مضى وقت معين يوافق عادة طور الخلايا الثمانية ، و يمكن تغيير العلاقة الزمنية للميتوس بالنسبة لهذه العوامل بطرق مختلفة ، فيحدث الانقسام الأول أو الثانى للبويضة عندما تكون المغازل النواوية فى محور طولى ، فيصير الانقسام مستعرضاً فى طور الخلية أو الخليتين بينما يحدث هذا طبيعيا فى طور الخلايا الأربع ، وهاك مثل آخر على عدم أهمية الانقسام فى التباين ، فإذا اقتحمت بويضة الضفدعة عدة حيوانات منوية يتحد أحدها مع نواة البويضة ، ويحاط ما بقى ببعض السيتوبلازم ، أما الانقسام فيصبح شاذا ويحوى الجنين كتلا جرثومية تمثل الجنين الأصلى الطبيعى وأخرى ما كانت لتوجد قطعاً ، ويمكن التمييز بين هذين النوعين ومعرفة نوع الخلايا فى الأنسجة الناتجة ، ورغماً عن هذا الانقسام الشاذ تتكون هذه البويضات عادياً ، ويتوقف الطور الذى تصل إليه على عدد الحيوانات المقتحمة وقد يحصل بعض التباين فى حالة ما إذا حيل بين البويضة وبين الانقسام فتغطى بأهداب خارجية إذا عولجت بكلورور البوتاسيوم مثلا .

للانقسام فائدة أخرى أثرها غير مباشر على التباين ، إذ يسبب موازنة النسبة بين كمية مادة النواة ومادة البروتوبلاسم فى الخلية ، فالنسبة فى البويضة الأولى فى بعض قنفذ البحر ١:٧ وتصبح بعد النضوج ٤٠٠ : ١ مع أن السيتوبلاسم تضاعف قدره فقط ، فلا بد أن تكون مادة النواة قد تحولت إلى سيتوبلازم علاوة على إخراج الأجسام القطبية ، ويستقر القدر الأعظم من حمض النوايبك فى السيتوبلازم عند الانقسام وكميته ثابتة إلى طور التكور الجرثومى ، وتعود المادة تدريجيا من السيتوبلازم إلى نوايا الكتل الجرثومية إذ النسبة ١٨ : ١ فى طور الخلايا الأربع و ١٢ : ١ فى طور الأربع والستين خليـة ، ثم ٧ : ١ فى التكور الجرثومى .

القسم الثانى

٦ — المضونات — مسببات التباين

اكتشفت خاصية الشفة الخلفية لثقب الجرثومة بالطريقة الآتية :

إذا قطعت أجزاء من الثنايا العصبية العتيدة وطعمت بها مناطق أخرى ، لوحظ أن الجزء المؤخرى يتحد قبل الجزء الأمامى الأكثر بعداً عن الشفة . وقد قطع نصف الكرة الحيوانى فى طور التكور المعوى المبكر فى ذات الذيل البرمائية ثم أدير حول محور البويضة ، وألصق ثانية بالنصف النباتى ، فظهرت الثنايا العصبية فى استدامة الشفة الخلفية فلم تتكون من مصدرها الأصلى ، بل من آخر غريب عنها . فلا بد أن هناك ظاهرة خاصة بالشفة الخلفية من نوع ما أسماه هربست « منبهاً تكوينياً » أما عن حلول موعد تأثير هذا المنبه ، فقد يكون قبل طور التكور المعوى أو بعده ، ويتأثر فى الحالتين الجزء المؤخرى من الثنايا العصبية العتيدة ، قبل الأمامى . وثم تجربة تثبت تأثير المنبه بعد التكور المعوى : فلو طعم جانب تكور جرثومى أو معوى بجزء من الشفة الخلفية لتكور معوى آخر ، لسبب الأخير تكوين الأنسجة المحورية الجنينية فى الأول ، ويسمي هذا بالجنين الثانوى للتمييز بينه وبين الجنين الأولى المكون طبيعيا من أنسجة المضيف ، وينغمد المضون تحت السطح مكوناً الحبل الظهرى والجرثومية الوسطى المحورية . وتتكون باقى أنسجة الجنين الثانوى من أنسجة المضيف ، ويتوقف هذا على :

١ — الموقع الذى طعم فيه على محور المضيف الأصلى .

٢ — جزء المضون المستعمل للتطعيم .

٣ — المسافة بين الجنين الأولى والثانوى .

وربما احتوت على مزيج من النسيج المطم به ويستدل على ذلك بالتجربة على نوعين من ذات الذيل ، يختلف لون الأنسجة فيهما ويحرض المضون بعد انغماده على تكوين الأنسجة ، وكذلك تستطيع قطع من سقف المعى (الحبل الظهرى والوسطى) أن تحرض على تكوين أنسجة محورية ، ويحرض المضون على تكوين الصفيحة العصبية والقناة بالملاصقة . ولا يمنع ذلك من أنه يؤثر مبكراً كذلك ، فإذا ما أزلنا جزءاً من المضون قبل التكور المعوى أو منع من الأنغماد بطريقة ما (كإتلاف جزء منه أو تعريضه لحرارة منخفضة ، أو لوسط قليل الأوكسجين) لكان تكوين الثنايا العصبية غير تام ، وعرضت بويضات ذات الذيل البرمائية فى تجاريب أخرى لتدرج حرارى جانبى فنتجت أنسجة تشبه النسيج العصبى فى تركيبها على الجانب الساخن ، ولكن ليس لها شكل الثنايا العصبية ، وذلك فى حالة عدم وجود جرثومية وسطى أسفلها ، أما إذا وجدت هذه فإن الثنايا تكون عادية . وإذا طعمت العين أو التجويف السيلومى فى علقة بجزء من التكور الجرثومى لكائن آخر لتكونت القناة العصبية من نسيج لم يتأثر بآخر منغمد ، وإذا أخذنا قطعاً من التكور الجرثومى واحطناها بغمد بشرى وتركت لتنمو خارجاً ، فإن الحبل الظهرى والقناة يتباينان بلا أثر لجزء منغمد . فلا بد من وجود عامل آخر غير الجزء المنغمد فى التكور المعوى ، أى أن هناك منبهات يرسلها المضون قبل طور التكور المعوى ، وستعالج هذه النقطة فيا بعد « التدرج » ، فيحدث أثر المضون على دفعتين ، فيحدد المناطق المستقبلة أولا ، كما لو كان شخص يرسم شكلا بقلم رصاص ، ثم يعود فيؤكدها بعد الانغماد نهائياً ، كما لو مر الشخص على رسمه بالمداد ، هذا مع أنه يستطيع أن يحدد أى منطقة ما دفعة واحدة . والواقع أن هذا مثل للضمان المزدوج فى التكوين ، وقد تضمحل أجزاء المضيف الملطعمة أمام فعل المضون المطم به ،

وتتوقف النتيجة النهائية على عاملين : المضون والأنسجة . ولا يقتصر فعل المضون على نوعه[١] ، بل يتعداه إلى أنواع أخرى فى البرمائية ، فهو ليس نوعياً[٢] . ودلت التجربة على أن أثره نوعى فيما يختص بالنوع العام للأعضاء والأنسجة الناتجة . وهو ليس نوعياً فيما يختص بدقائقها وتسيطر على هذه الأخيرة خصائص الأنسجة المحلية والداخلة . وقد دلت التجربة أيضاً على أن الصفات الخاصة النوعية لنسيج ، تبقى رغماً عن تكوينه بالتحريض نسيجاً آخر ما كان لينتجه فى الأحوال العادية . وثم مثل طعم فيه جنين من عديمة الذيل بمضون ذات الذيل[٣] فنتج جنين ثانوى ذو مرشاف بطنى ، مع أن النوع الذى أخذ منه المضون ليس له مرشاف بطنى .

لا يعرف الطور الذى يكتسب فيه المضون قدرته على التحريض ، وقد دلت التجارب على ذات الذيل[٣] على أنه يحدد ويتمركز بعد مضى ١٠ دقائق على التلقيح ويعتصم الحبل الظهرى بقدرته على تكوين الثنايا العصبية لمدى طويل وتحتفظ الكتل العضلية من تكور عصبى بالتحريض على تكوين القناة العصبية من الجرثومية الخارجية إذا طعم بها تكور معوى مبكر ، وتحرض الوسطى من الجهة الوحشية لهذه الكتل ، وكذلك الوسطى التى تباينت إلى الكلى الأولى على تكوين نوع أنسجتها نفسه : أى أن المضون قد يحرض على تكوين أنسجة مشاكلة له أو مغايرة ، وإذا طعمنا تكوراً جرثومياً بالقناة العصبية نتجت ثنايا عصبية ، ويحرض الجزء المؤخرى لمنطقة الثنايا العصبية على تكوين الجرثومية الوسطى ، وهو نفس مايعمله فى التكوين العادى ، إذ يكون عضلات الذيل وتتفق المنطقة التى تعمل كمضون فى التكور الجرثومى والمعوى المبكر مع تلك التى تنغمد

---

(١) Species (٢) Specific (٣) Newt

فى التكور المعوى مكونة الحبل الظهرى والوسطى المحورية ، وهى ساحة كبيرة ربما كانت بها مناطق فرعية تختلف قدرتها على التحريض . وقد تبين أن الجزء المنغمد أولا والذى يستقر فى مقدمة الجنين ذو قدرة على التحريض مختلفة عن ذلك الذى ينغمد فيما بعد ويستقر فوق منطقة الجذع ، فإذا طعمت منطقة الرأس بمعضون الرأس نتجت فى المضيف أنسجة الرأس ، ولا يحوى الجنين الثانوى أنسجة جذعية والعكس صحيح فيما يختص بمعضون الجذع . فهناك إذن تباين موضعى فى المعضون نفسه وتتوقف نتيجة التحريض أيضاً على موضع الأنسجة التى سيؤثر عليها المعضون على المحور الأصلى للمضيف . فلأنسجة المضيف إذن أثر ظاهر فى تكوين الجنين الثانوى ، فيحدد محوره اتجاه المواد المنغمدة بالنسبة للمعضون المطعم به ويحدد هذا الاتجاه جزئياً وضع المعضون المطعم به ونشاط أنسجة المضيف . وتميل المادة المنغمدة للاتجاه نحو القطب الحيوانى للمضيف ، واستدلوا على ذلك بتطعيم أجنة بأجزاء من المعضون أديرت بحيث أصبح تقطبها الأصلى مستعرضاً أو معكوساً ، ويلاحظ أن للمضيف أثراً دائماً تختلف درجته ، فقد يصبح المحور مماثلا لمحور المضيف أو مضادا له فى الاتجاه . وتأثير المضيف أقوى ما يكون عند صدوره من منطقة ثقب الجرثومة ، وأقل ما يكون فى القطب المضاد ، أما قوة الانغماد فى المعضون فأقوى فى التكور المعوى المسن عنها فى الأصغر . والحالات التى يخفق فيها الجنين الثانوى فى التكييف لقطبية الجنين الأولى هامة ، لأن بعض الأعضاء المزدوجة كالحويصلة السمعية تقع فى مستويات مختلفة فى المضيف ، فيشاهد أن الحويصلة المقدمة أكبر حجما من الخلفية فى الجنين الثانوى ، ويدل هذا على تطبيق فى القدرة على الإجابة على المعضون وليس بالمعضون تماثل جانبى محدد من قبل ، لأنه إذا أخذت قطعة من أقصى يسار سقف المعى الأولى ، أمكنها أن تكون جنينا ثانويا ذا تماثل جانبى ، وتستطيع إذن منطقة واحدة من المعضون أن تحرض على تكوين

أجنـه عديدة . وتدل الحقائق على أن قدرة التحريض الـكمية تقل تدريجيا كلما بعدنا عن مركز الشفة الخلفية أى أن هناك تدرجا فى تلك القوة . وثم تدرج فى قوى التحريض فى معضون الطيور (الخط الأولى) فهى عظيمة فى المقدمة وقليلة فى المؤخرة . وليست خصائص المعضون بكامنة فى خلايا خاصة إذ لو طعمت منطقة المعضون قبل التكور المعوى بقطعه من الجرثومية الخارجة العتيدة لأصبحت هذه الأخيرة قادرة على أن تعضون ، فتتوقف إذن هذه الخصائص على ساحة خاصة يحددها محور البويضة ومستوى التماثل الجانبى ، ولا بد أنها محدودة فى الطبقات الخارجية للبويضة . ولما كانت خلايا تلك المنطقه تنقسم بسرعة عظيمة ، فلا بد من وجود نشاط وظائفى فى طبقة البويضة الخارجية يؤثر فيما بعد على سرعة انقسام الخلايا إلى عمق كبير فى الداخل . ولنذكر عرضا أن الأنسجة المكونة صناعيا قد تختلف اختلافا بينا فى شكلها عن التى تتكون طبيعياً ، فقد يحصل على أنسجة تشبه أنسجة الدماغ من الجرثومية الخارجة ، وذلك بازدياد سمكها ثم انقسامها إلى طبقات بلا تكوين للثنايا العصبية . وتشبه هذه الحالات ما يحدث فى بعض الاسكيديا فى تكوينها العادى .

ليست هناك حقائق كثيرة عن فعل المعضون من الوجهة الطبيعية الـكيمائية ولنبادر بالقول بأن النسيج المحرض فى معضون البرمائية قد يؤثر بعد زوال حيويته بالتجفيف أو تعريضه لحرارة عالية أو وضعه فى كؤول ٩٦٪ لمدة ٣ دقائق ونصف أى أن السبب فى التحريض مواد كيمائية يقوم المعضون بإعدادها . ويثبت ذلك ما رؤى من أن مجاورة قطعه من هلام الأجار لنسيج محرض كالثنايا العصبية يكسبها قدرة على التحريض . وثم نقطة أخرى وهى : هل يتوقف بدء التأثير على النسيج الداخلى للمعضون . ولقد طعم جنين سليم بثلاث معضونات أخرى فى منطقة معضونه الأصلى ، وكانت قطبيتها بحيث تتجه نحو مركز المعضون المضيف فلم يحدث

تحريض ما . وتلك ظاهرة ليس من السهل فهمها . وليس السبب فى تكوين المواد الكيمائية وجود نسيج سليم أو تكور معوى طليق من العقبات إذ لو تركت قطعة من المعضون ردحا من الزمن قبل أن يطعم بها جنين آخر ، فإنها لا تفقد قوتها ولو استدارت وكونت كرة مما يغير ترتيب خلاياها . وظهر حديثاً أن خلاصة سائلية عديمة الخلايا لتكور عصبى ، تقوى على التحريض إذ تكون قناة عصبية ، وذلك بتجليط السائل بالحرارة ثم أخذ قطعة من المادة الصلبة ووضعها فى التجويف الجرثومى ، ولا شك أن المادة الفعالة تذوب فى الأثيرور بما كانت دهنية . ووجد أن نسبة الجليكوچين أكثر ارتفاعا فى الخلايا الحيوانية عنها فى الخلايا النباتية فى أجنة البرمائية وتفقد خلايا المعضون ما بها من جليكوچين عند ما تنغمد ، وذلك لنشاطها الوظائفى ويحرض المعضون المستقر فى سقف المعى الأولى الجرثومية الخارجة فوقه لتكون ثنايا عصبية ويعلل هذا بعض الظاهرات الغامضة ويمدنا بتعليل للتآزر بين عرض الصفيحة العصبية . وعرض السقف المعوى الأولى فى مختلف الفقريات

يمكن تعليل إحداث الأجنة المشوهة المشابهة للأنواع المعروفة بالازدواج المتقدم أو المؤخر أو المتصالب بخصائص المعضون هذه ، فلو قبضت بويضة ذات الذيل (١) جزئياً فى مستوى التماثل الجانبى عند طور التكور المعوى ، نتج جنين ذو ازدواج مقدم أى له جزءان أماميان وجزء خلفى واحد ، وذلك لوجود عقبة أمام سقف المعى المنغمد يتفرع بسببها إلى فرعين كحرف Y ويستقر الساقان الأماميان تحت نسيج ما كان ليكون ثنايا عصبية لولا وجودها ؛ ولذا تزدوج الرأس ومقدم الجذع . ولا يمكن إحداث الازدواج المؤخرى بطريقة القبض الجزئى ؛ ولكن يمكن الحصول على نوعى الازدواج بتطعيم نصف تكور معوى بنصف مثله ؛ بحيث

(١) Newt

يتلاقى مستويا التماثل الجانبي الأصليان أو يتباعدان فى مقدمة الجنين فتزدوج المؤخرة فى الحالة الأولى والمقدمة فى الحالة الثانيـة . ومن أعجب حالات الأجنة المشوهة تجريبياً الأجنة ذات الازدواج المتصالب ، وتحدث هذه إذا ما طعم نصف تـكور معوى بنصف مثله بحيث يكون الانغماد الناتج فى أحدهما مضادا الانغماد الآخر فينتج من ذلك صليباً مكونا من شفتى الثقب وفيه ضلعان مكون كل منهما من الانغمادين ، أما الضلعان الآخران فيتكون كل منهما من انغماد واحـد ، ويمثل الضلعان الأولان الجزء المقدم من سقف المعى الأولى . أما الضلعان الآخران فالجزء المؤخر منه ، ويتكون الجزء الخلفى من الجنين المزدوج من معضون واحد والأمامى من معضونين ، ويمكن السيطرة على طول الجزئين النسبي بتغيير المسافة بين الشفتين عند ابتداء التكور المعوى ، فإذا طالت كان الجزء المقدم قصيراً والعكس صحيح ، ويمكن الحصول على الازدواج المتصالب بتطعيم جنين عادى بمعضون بحيث تتلاقى مقدمتا الجنينين الأولى والثانوى ، وتضيقان الحلق على بعضهما .

أظهرت التجارب على الغشاء الجرثومى لصغير الدجاجة والبط أن للخط الأولى قدرة المعضون كالشفة الخلفية كما عضدت وأضافت إلى النتائج المستقاة من البرمائية ، وهنا لجأوا إلى استنبات الأنسجة ، ولما كان جنين صغير الدجاجة المبكر مكونا من طبقتين (خارجية وسطى وداخلة) ، فإنه من الممكن فصلهما ثم استنباتهما . وقد ظهر أن الطبقة الأولى تتباين إلى ثنايا عصبية وحبل ظهرى وكتل بدنية . أما الأخرى فلا تنتج شيئاً أصلا ، وذلك لأن الأولى تحوى الخط الأولى وإذا استنبتنا الاثنين معاً بحيث يستقر الخط الأولى على جزء من الثانية غير القناة المضمية المقدمة العتيدة ، فإن الخط الأولى يحرض الداخلة لتكون القناة المقدمة المضمية ويكون وضعها النسبي للحبل الظهرى طبيعياً أى أنه معضون ، وتختلف

قدرته باختلاف المنطقة ، وذلك من حيث التباين الذاتى والتحريض فيتباين الجزء الأمامى إلى قناة عصبية وحبل ظهرى وكتل بدنية ، ولا يتباين الجزء المؤخرى إلى قناة عصبية أصلا ، و إذا طعم مضيف بالجزء الأمامى والمتوسط للخط الأولى لـكون ثنايا عصبية ؛ بينما لا يستطيع جزؤه المؤخرى إحداث ذلك . وأثبتت التجاريب أن للمضيف تأثيراً على مصير المعضون الذى طعم به ، و إذا طعم جزء ما بجزء من الثنايا العصبية فى الطيور لحرضته على تكوين قناة عصبية أى أن النسيج يحدث آخر مشابهاله ، وليس أثر المعضون بنوعى فى الطيور فيؤثر معضون الدجاجة على جنين البط والعكس صحيح .

يتحدد موضع الجنين فى الطيور بقطبية الخط الأولى والطبقة الغائرة (الجرثومية الداخلة) ، وقد أديرت أحدهما بالنسبة للأخرى بقدر ٩٠° أو ١٨٠° ، ثم استنبتتا معاً فكانت النتائج مختلفة كما حـدث فى البرمائية . و يحدد الخط الأولى موضع الجنين فى بعض الأحوال ، كما تحدده الجرثومية الداخلة فى أحوال أخرى : ومعنى ذلك أن قطبية الخط الأولى حولت أو أزيلت . وتلك حقيقة هامة إذ أن الجرثومية الداخلة لا تحوى الخط الأولى الذى ينتج الأنسجة المحورية ، وربما كانت هى العامل فى تحديد قطبية الجنين بتحديد موضع الخط الأولى ، وقطبيته فى الغشاء الجرثومى وتمدنا حركة المادة فى الغشاء الجرثومى بالظاهرة الشكلية لهذا التحديد ، وتسيطر الجرثومية الداخلة على هذه الحركة . و يمدنا ذلك إذا ثبتت صحته بمثل من التحديد الآلى ، ولـكن هل هـذا التحديد هو السبب المباشر للتحديد المادى (الـكيمائى والدقى) ، ويختلف الجواب على ذلك فى الفقريات المختلفة ، ولذا فالتحديد الآلى فى الطيور مسألة فيها نظر . و يستبقى المعضون فى الطيور قدرته بعد تجليطه بوضعه فى ماء فى درجة الغليان لمدة ٣٠ ثانية ، وتؤدى هـذه الحقائق إلى اعتبار الخط الأولى والشفة الخلفية معضونين ، وربما كانا كذلك فى الفقريات الأخرى .

وجدت فى اللافقريات ساحات مماثلة لها القدرة على إحداث التعضون ، وتختلف دقائقها اختلافا بينها ففى الهيدرا تعتبر المنطقة المحيطة بالفم معضونا بسيطا ، و إذا طعم بها بوليپ آخر حرضت على تكوين لامس وتكون أنسجة فى المضيف ذات قطبية جديدة ، و يندر نجاح التطعيم بين الأنواع المختلفة ، و يعمل الساق كمعضون فى نوع آخر من السيلونتراتا ، و يحرض على تكوين بوليپ إذا طعمت به سيقان أخرى ، وليس ما يقوم بذلك نسيج خاص ، بل أى قطعة من الساق تعمل كمعضون ، وتدل التجاريب على أن ظاهرة المعضونات فى أطوار الفقريات المبكرة تشبه العوامل المؤثرة فى الاصلاح والتطعيم فى الكائنات الدنيئة ، ولكن معضون الفقريات يؤثر بفضل التلاصق ، بينما يحدث التأثير المطلوب فى اللافقريات عن بعد .

شوهدت ظاهرة المعضونات فى ذات الجلد الشائك أثناء التكوين الطبيعى ولوحظ أنه لو فصل النصف الحيوانى لبويضة أو تكور جرثومى فى قنفذ البحر فلا يكون فما إذا حدث الفصل قبل مضى ٢٠ ساعة على التلقيح ، ولكنه يتكون بعد مضى ذلك الوقت ، فهناك عامل فى النصف النباتى يجب أن يعمل لمدة محدودة ليؤثر على النصف الحيوانى . ودلت التجربة على أن الكتل الصغيرة[١] فى النصف النباتى تبدأ عملية الانغماد أنى وضعت ، و إذا أخذنا جنينا (قنفذ البحر) فى طور ستة عشر خلية ، ثم قسم طولياً ولصق الجزءان بحيث يعكس محور القطبية الأصلى فى أحدهما بالنسبة للآخر لحصل الانغماد عند الطرفين الحاويين للكتل الصغيرة ولنتج جنين مشوه ومزدوج . وتدل هذه التجربة على أن هذه الكتل الصغيرة معضونات ، ولا تقتصر هذه الخاصية عليها لأنه إذا أزيلت هذه الكتل لأخذت الخلايا التى تليها عمل المعضون وحرضت على تكوين علقة

(١) Micromeres

طبيعية ، ولا يحدث التكوين الطبيعى إذا لم توجد مادة من النصف النباتى واكتشفت أخيراً منطقة هامة فى سيتوبلازم الحشرات تحرض على التباين التالى وسبق أن ذكر أن هناك ساحة فى مؤخر بويضة الذبابة[١] يعوق إتلافها التكوين الطبيعى ، ولا بد من وصول النوايا إليها لتبدأ عملها ، فإذا حيل بينها وبين هذه النوايا لا يحدث التكوين ، وإذا ما وصلت النوايا إلى مقرها انتشرت من هذه الساحة مادة إلى باقى البويضة ، ويمكن بعد ذلك اتلاف الجزء المؤخرى بلا أثر على التكوين ، وتختلف هذه المنطقة عن المعضون ، فهى لا تدفع هذا النسيج أو ذاك للتباين فى مكان معين ، بل تعمل كمنشط فقط يمد الساحات المختلفةبالقدرة على التكوين وبرهن وجود مركزتباين فى بويضة الحشرات فى الجزء الذى يكون الصدر ولا بد من أنشاط مركز التباين لحدوث التباين فى المناطق الواقعة أمامه ، كما أنه يجب أن يكون الإثنين متصلين اتصالا مادياً وذلك المركز ضرورى لتحديد مناطق الجنين المختلفة ولأحداث جنين متناسب من بويضة فصل مقدمها بالقبض أو بأحداث فجوة بين خلايا الغشاء الجرثومى .

تعتبر ظاهره المعضونات حالة خاصة لما أسماه روكس التباين التابع ، وسيقصر هـذا التعبير على الحالات التى يتوقف فيها تباين جزء على تباين سابق لجزء آخر وتقع عوامل التباين التابع فى عدة أنواع مختلفة . ولنبدأ بذكر العوامل المؤثرة فى الطور الوظائفى فى التكوين الجنينى ، وهى :

١ — أثر الهورمونات الشكلى كأثر أعضاء التناسل على الصفات التناسلية الثانوية فى الفقريات . وثم مثل آخر من اللافقريات ظهر فيه أن ساق علقة الذبابة[٢] يعتمد فى تباينه على تغييرات فى سائل الجسم تحدث عند بدء حياة الشرنقة .

---

(١) Dragon   (٢) Blowfly

أما تغيير الجلد فى الحشرات ، فهو إجابة من جانب البشرة لمادة فى سائل البدن قد تكون هورموناً .

٢ — أثر مواد أخرى يحملها الدم كأحداث طرز اللون فى الجنين المسن لبعض الأسماك[1] إذ ترتب خلايا اللون نفسها على امتداد الأوعية الدموية للكيس الصفارى حيث يكثر الأوكسيجين .

٣ — الأثر الغذائى للأعصاب .

٤ — التأثيرات المكسبة للشكل والحجم كالضغط والشد والنسيج الداخلى للأعضاء كالأوعية وما شابهها . أما فى الطور قبل الوظائفى فتوجد المعضونات من جهة والتأثيرات الآلية من جهة أخرى ، فتتوقف مثلا أذرع علقة قنفذ البحر على نمو هيكل العلقة ، فلا تظهر الأولى ما لم يتكون الثانى ، وإذا كان عدد شوكات الهيكل غير طبيعى لحدث عدد من الأذرع يقابلها . وإذا كانت غير طبيعية الموضع أصاب الأذرع تغير مماثل . وثم مثل للتباين التابع يرى فى ترتيب هيكل الفقريات بالنسبة للأعضاء الرابضة تحته ، فإذا أزيل الكأس البصرى فى أجنة البرمائية المبكرة ، كان حجم الحجاج صغيراً جدا وغير منظم ، حيث أجريت العملية . وإذا أزيلت الحويصلة الأنفية تباينت الغضاريف ذاتيا ، ولكن المحفظة الأنفية تتهدم . أما إذا أزيلت الحويصلة السمعية ، فلا تتكون المحفظة الغضروفية السمعية قطعاً . وإذا طعم نسيج بالحويصلة السمعية لحرضته على تكوين محفظة غضروفية حولها ، وذلك فى الطيور والبرمائية . ويظهر أن هناك منبهاً كيميائيا يتجه الحويصلة السمعية ، وهو ضرورى لبدء تكوين الغضروف وتؤثر بلا شك تنوامل آلية فى الأطوار التالية . وليس هذا التأثير بنوعى ، إذ أن الحويصلة السمعية فى نوع من البرمائيــة (عديمة الذيل) تحرض على تكوين محفظة غضروفية من أنسجة ذات الذيل .

---

(١) Fundulus

أما فى بعض أنواع السمك[1] فلا تتكون المحفظة بعد إزالة الحويصلة وتحل مكانها كتلة من الغضروف لا شكل لها . فتكوين الغضروف ذاته ليس تابعاً للحويصلة إما تباينه لمحفظة سمعية فتابع . ومثل هذا ما يحدث من تكاثر خلايا الغشاء المخاطى وازدياد سمكه إذا ما وضعت فى الرحم أى مادة غريبة ، وكذلك ما يحدث عند انغراس الجنين ، ويتوقف التكاثر فى الحالتين على وجود هورمون خاص من المبيض فى الدم ، وإذا طعم جلد الخاصرة فى أجنة عديمة الأذناب بمواد غريبة لتكونت أطراف متعددة فى بعض الأحيان ، ولقد أجريت هذه التجاريب أولا باستعمال الحويصلة السمعية . ولكن ظهر فيما بعد ، أنه يمكن إحداث نفس النتيجة بمواد غير عضوية ، إذ أن العوامل الموضعية هى التى تحدد نوع النسيج المكون بالتحريض بلا اعتبار لنوع المحرض ، فهو يعمل كمحرر فقط . ويمكن تكوين أعضاء التوازن فى ذات الذيل[2] إذا طعمت منطقتها بخلايا العرف العصبى من ضفدعة أو غيرها من البرمائية التى ليس بها مثل هذه الأعضاء ، وتوضح هذه الأحوال الحقيقة المشار إليها سابقاً ، وهى تعاون الخصائص الموضعية للأنسجة مع خصائص الآلية المحررة على تحديد خصائص النسيج الناتج . وتختلف القيمة النسبية لكل منهما فى مختلف الأحوال فيطغى المضون فى البرمائية مثلا على جميع خصائص الأنسجة التى يؤثر عليها ، بينما يطلقها من عقالها التطعيم الذى ذكر أخيراً .

لنعد الآن إلى الحالات التى يسبب التباين التابع فيها عوامل كيمائية تحدثها أعضاء مجاورة فمثلا إذا لم تلاصق الحويصلة العينية البشرة لبقيت الملتحمة العتيدة ملونة وغير شفافة ، وتفقد بالملاصقة لونها وتصبح شفافة ، ويسبب ذلك أجزاء من الشبكية أو العدسة بمفردها أو أجزاء مختلة النظام من الحويصلة البصرية متى

---

(١) Acipenser (٢) Triton .

طعمت تحت الجلد ، و إذا طعمت منطقة العين بقطع متباينة من البشرة من مناطق أخرى أو طعمت هذه بعين أو عدسة لتكونت الملتحمة ، و يشبه الغشاء الطبلى فى عديمة الأذناب الملتحمة ، و يتوقف تباينه فى طور المسخ على الغضروف الطبلى الحلقى ، وتتباين البشرة مهما كان مصدرها إلى غشاء طبلى متى طعمت فوق هذا الغضروف أما إذا أزيل هذا فلا يتكون الغشاء الطبلى ، ويتوقف تباين الجزء العصبى من الغدة النخامية فى عديمه الأذناب على ملاصقته للجزء الفمى ، فإذا ما أعدم الأخير أو أزيل لايتكون الأول طبيعياً لا حجما ولا تبايناً ، وثبت بلاشك أن تباين أپيثليوم الكلى إلى قنواتها الخاصة متوقف على وجود نسيج ضام ، كما أنه يمكن تحريض خلايا سرطان الثدى ، على أن تعيد تباينها إلى خلايا تشبه فصوص الغدة الثديية ،وذلك باضافة نسيج ضام إليها . وقد يتباين أپيثليوم صغير الدجاجة إلى أنسجة تشبه الغدد اللعابية إذا مزج المستنبت بخلايا نسيج ضام ، و يتوقف انثقاب الفتحة الخلفية للأنف على ملاصقة أثاره الأولى للسقف البشرى للفم . و يحدث انثقاب سدادة الخياشيم فى عديمة الأذناب عند المسخ على الجهة اليمنى ليخرج منها الطرف الأيمن ، وليس سبب ذلك ضغط يقوم به الطرف ، إذ يحدث الانثقاب أيضاً فى حالة ما إذا أزيل الأثر الأول للطرف ، وتبين أخيراً أن سبب ذلك مادة تكونها الخياشيم المستحيلة فى عملية المسخ ، و إذا ما طعمت أى منطقة بتلك الخياشيم لحدث الانثقاب فيها .

تمدنا ذات الجلد الشائك بمثل آخر من تبادل التابعية فى تحديد الهيكل فى العلقة ، و يتكون هذا من خلايا جرثومية وسطى مستقرة على جانبى ثقب الجرثومة عند انتهاء الانغماد ، و إذا بعثرت هذه الخلايا داخل التجويف الجرثومى فإنها تعود ثانية إلى موضعها ، فكأن للجرثومية الخارجية هذه تأثير نوعى على هذه الخلايا يجذبها نحوها . وتؤيد هذا تجربة تركت فيها علقة قنفد البحر فى ماء أضيفت إليه

أملاح الليثيم ، فأدى ذلك إلى تغيير فى النسبة بين الأنسجة التى ستكون الجرثومية الخارجة والداخلة ، واختزلت الأولى أحياناً إلى حد كبير واستقرت عند القطب الحيوانى ، ووجدت فى هذه الحالة خلايا الهيكل عند القطب الحيوانى ، وليست عند النباتى . وتفرز هذه الخلايا شوكة ثلاثية ، ولا يتعدى التكوين ذلك الطور إذا كانت الخارجة قليلة جداً فى التجارب السابقة رغم وجود الوسطى بكثرة ، وكلما زادت الخارجة تقدم تكوين الأذرع الهيكلية ، لأن ضغط الشوكات على الخارجة ضرورى لتكوين الأذرع وهكذا يتضح أن الهيكل والخارجة يظهران تبادل التابعية فى تكوين الأذرع .

يتغير مجرى التباين الموضعى تغيراً بيناً تحت تأثير عوامل غير طبيعية فى البيئة فإذا حفظت أجنة الضفادع فى كلورور البوتاسيوم أبطأ تكوينها وأنتجت قناة عصبية صماء تعيد إلى الذهن ذكرى بعض الأسماك وترى فى فرخ الضفدع الناتج من بويضات وضعت فى محلول البولينا مناطق فى الجهاز العصبى والمعى تشبه فى نسيجها الدقى نسيج الحبل الظهرى وتجاور هذه المناطق الحبل دائماً فكأنما انتشرت مواد نوعية خاصة بهذا التباين من الأثر الاول للحبل الظهرى .

لنبحث الآن أروع أمثلة التباين التابع (تكوين عدسة العقريات من البشرة بتأثير الكأس البصرى) ، إذ يتوقف تكوين العدسة فى بعض الضفادع [1] على ملاصقتها للكأس البصرى ، فإذا أزيل هذا عند طور الزر الذيلى ، لا تتكون العدسة . وهو قادر على تكوينها من أى نسيج بشرى خارجى لم يكن مهيئاً لتكوينها ، وذلك بتطعيم الجلد فى موضع غير عادى بالكأس البصرى أو تطعيم منطقة الكأس ببشرة خارجة من كائن آخر ، وتشبه هذه الضفدعة فى ذلك أنواع أخرى من الضفادع ، وكذا صغير الدجاجة . وتستطيع فى الأخير

---

(١) Rana Temporaria

الحويصلة البصرية أو الـكأس أحداث العدسة . أما إذا أزيلت الآثار الأولى للعين فى الضفدعة الخضراء فى طور الثنايا العصبية المبكر ، لم يعق ذلك تكوين العدسة ، فهى تتباين ذاتياً فى هذا النوع وقد تكون صغيرة الحجم أحياناً . وهناك نوع وسط بين هذين النوعين يتكون فيه بعد إزالة الـكأس البصرى نسيج شبيه بالعدسة . ولا تدل التجربة التى أجريت على الضفدعة الخضراء على قوى الـكأس البصرى ، وهل يحدث عدسة بالتباين التابع ، ولا يمكن لأى بشرة خارجة عدا بشرة العدسة العتيدة أن تحرض عند طور الزر الذيلى المتأخر لتكون عدسة ، ولـكن يستطيع الـكأس البصرى عمل ذلك فى طور الزر الذيلى المبكر وإذا طعمت منطقة الـكأس البصرى ببشرة خارجة من نوع آخر تتباين عدسته تابعياً لاستطاع كأس الضفدعة الخضراء البصرى أن يحرض البشرة لتكون عدسة ، إذ أن الضفدعة الخضراء تقوى على تكوين العدسة بالتباين الذاتى والتابع عند ذلك الطور ويعد هذا يمثل للضمان المزدوج ويحتفظ الأثر العينى فى الضفدعة الخضراء بعد تحوله إلى كأس بصرى بالقدرة على تكوين العدسة بالتحريض ، ويستمر احتفاظه بها مدى الحياة فى بعض الأنواع ، إذ تتكون عدسة أخرى من حافة العين فى بعض ذات الذيل إذا ما أزيلت العدسة الأولى ، وقد تلجأ العين إلى هذه الطريقة فى التكوين العادى إذا حرمت من التصاقها بالبشرة الخارجية وتؤول النتائج المختلفة التى حصل عليها فى مختلف الأنواع باختلاف سرعة الكأس كمحرض ، واختلاف التباين فى البشرة الخارجة .

تكون الخلايا المتكاثرة أليافا عدسية ، وقد يكون التكاثر ذاتياً ، إلا أن التباين التالى (تكوين الألياف) فهو كما يظهر تابعى دائماً وذلك بفضل الـكأس البصرى عادة وليس عمل هذا نوعياً إذا ظهر أن آثار العدسة إذا تكونت قريباً من بعض أجزاء الدماغ أو الأنف لحرضتها هذه على تكوين الألياف العدسية

وهناك نتائج أخرى أظهرتها تجاريب أجريت على الضفدعة الأمريكية[١] حيث تبين إن وجود الحويصلة أو العين ضرورى لتكمل العدسة تباينها وتصل إلى حجمها الكامل ، ولها بعض القدرة على التباين الذاتى متى حدد أثرها الأول ولا يكون الأثر أليافاً فيا بين تحديده وظهور التباين . ولكن متى ظهرت سماكة العدسة فإنها تستطيع أن تنمو إلى نسيج عدسى حقيقى بعد إزالة الكأس البصرى ولو أنها صغيرة الحجم وغير طبيعية تماماً فهناك إذاً عمليتان تعضد إحداهما الأخرى قدرة كامنة وتحريض خارجى ، ولا تصل فى تباينها إذا نقلت إلى مكان آخر إلى الدرجة التى تصل إليها فى موضعها العادى ، مع أنها غير واقعة تحت تأثير الكأس البصرى فى الحالتين . والقدرة على التباين فى هذا النوع ، أعظم ما تكون فى منطقة العدسة الطبيعية .

لألياف العدسة فى البرمائيـة ترتيب خاص يتوقف على الكأس البصرى وبخاصة على موقع الشق المشيمى فيه ، وقد أيدت ذلك تجاريب أجريت على طور التكور العصبى المبكر فى الضفدعة الخضراء ، فإذا أديرت بشرة العدسة العتيدة بقدر ٩٠° تكونت ألياف طبيعية الوضع ، ولكن إذا أديرت العين بحيث يقع الشق المشيمى فى موضع غير عادى ، فإن ترتيب الألياف يتغير أيضاً أما فى الأطوار التالية فيرى أن تباين ترتيب الألياف ذاتى .

ليس المضون وما شابهه مما ذكر آنفاً بنوعى فى عمله ، ويشـبه فى ذلك الهورمونات كثيرا ، إذ يتشابه أغلب هذه فى الأنواع المتباعدة : فيحدث أفراز الدرقية من حيوان ثديى عملية المسخ فى علقة البرمائية : ويسبب أدرنالين الأسماك انقباض أوعية الإنسان ، ولكن يتوقف أثرها الدقيق على الأنسجة المؤثر عليها كما يحدث

---

(١) Bullfrog

فى المعضون أثناء التكوين ، فيتأثر الذيل والأطراف فى حالة حديثة الأذناب بالثيروكسين ، بينما لا تتأثر به مثيلاتها فى ذات الذيل . فالعلاقة بين المعضون والأنسجة المحرضة أو بين الهورمون والأنسجة التى يؤثر عليها ، أقل نوعية من التفاعل بين عوامل الوراثة فى الأنواع المختلفة حيث يعوق اختلاف الأجناس أى تعاون بينها

لظاهرة المعضونات مركز خاص فى التباين التابع ، ولكن لا يفهم عملها إلا فى ضوء خصائص ساحات التدرج (٨ و٩) والنتيجة العامة أنه يوجد فى جنين البرمائية مثلا معضون وأنسجة أخرى تقوى على التحريض ، وتوجد فى جميع الجسم تقريباً منبهات للتكوين تحرض الأنسجة المرنة ، لتتباين فى اتجاه خاص طبقا لوضعها وتفقد الأنسجة مرونتها بعد تأثير المعضون عليها تواً ، وقد ظهر أنه إذا طعمت المنطقة الخلفية الجانبية فى التكور العصبى ببشرة خارجية عتيدة أو نسيج الثنايا العصبية توقف نوع التباين الذى ينتابها على موضعها فى المضيف . والتحديدات المختلفة منطقية ، إلا أن التحديد ليس دقيقاً ، فيشمل الأثر ساحة واسعة يقل تأثيره فيها كلما بعدنا عن مركز ثانوى فى هذه الساحة .

تتوقف كل ساحة فى أغلب الأحوال على عدة أنسجة أخرى ، فكتل البدن المكونة من المعضون المنغمد تحرض على تكوين القناة العصبية فى منطقة الجذع وقد تحرض البشرة الخارجية فى جنين آخر لتكون قناة عصبية ، ويحرض العرف العصبى على تكوين أجزاء الدماغ فى منطقة الرأس ، ويستطيع أيضا أن يحرض على تكوين أنسجة أخرى مثل الحويصلة السمعية والغضروف ، ويتوقف تكوين الذيل على تآزر عدة عوامل . فاستطالة الحبل الظهرى والعضلات وانقسام هذه إلى كتل متتابعة ، متوقف على خلايا من الجرثومية الوسطى مشتقة من العرف العصبى ولا يستطيل الذيل فى حالة عدم وجودها بل يتدهور .

يصبح جنين البرمائية عند طور التكور العصبى بفضل عمل المضون ، والأنسجة الأخرى التى تتكون بتحريضه رقعا وظائفية لمنبهات التكوين ، و يؤدى ذلك إلى تحديد ساحات تمثل كل منها ما يقوم به نوع ما من العوامل المحرضة .

القسم الثالث

٧ — طور الرقع فى التباين

تصبح الساحات المختلفة فى الجنين المبكر بعد طور معين . محددة نهائياً لتتكون فى إتجاه خاص ، رغم عدم وجود أى تباين ظاهرى . وسبب ذلك التحديد مواد كيمائية نوعية ، ولذلك سمى الطور بالتباين الكيمائى . وقد اظهرت التجاريب والعمليات على أطوار الزر الذيلى المبكرة فى أجنة ذات الذيل البرمائية ، أن النتيجة الوحيدة هى البرء الآلى للجروح ، فلا إصلاح ولا أعاده تنظيم . و إذا طعمت الكوريون السجقية لجنين بالثلث المقدم من غشاء صفير الدجاجة الجرثومى (٢٤ ساعة) لنتجت نفس الأنسجة التى يتباين إليها لو ترك مكانه . وإذا طعم نصف جنين من ضفدعة بمثله لتكون جنين واحد ، ولو كان النصفان من نوعين مختلفين . و إذا قطع طرف الذيل فى طور الزر الذيلى المبكر فى البرمائية لنتجت علقة طبيعية ذات ذيل قصير . و إذا أزيلت الآثار الأولى للعين أو الأطراف مثلا فى هذا الطور ، لفقدت هذه الأعضاء بصفة دائمة فيما بعد . وإذا أزيلت الجرثومية الوسطى من ذيل البرمائى Triton وهو لا يزال نصف كروى لفقدت العلقة الناتجة ذيلها ، بينما تستطيع إصلاح ما حدث فى أطوار تالية .

وأحدثت تجريبياً عيوب جزئية كغياب القناة العصبية من الذيل ، ثم أجريت تجاريب الإصلاح على مثل هذه الأذيال فى طور العلقة ، فاستمر ظهور العيب السابق ذكره بعد حدوث الإصلاح . والظاهر أن الحيوان لا يستطيع إصلاح نسيج لم يتكون فى الطور الجنينى ، وليست هذه القاعدة عامة ، وقد حصلوا على أجنة لم تتكون فيها أعضاء كاملة ، وذلك بإزالة ساحة الطرف العتيد فى ذات الذيل وفى صغير الدجاجة . وإذا أزيل الأثر الأولى للنخامية فى عديمة الأذناب عند طور الزر الذيلى ، نتجت علقة طبيعية تنقصها الغدة النخامية . وللدم آثار أولية تكمن فى الجرثومية الوسطى لجدار المعى فى عديمة الأذناب أمام موضع القلب ، ولا تتكون الكرات الحمراء إذا أزيل هذا الأثر ، أما إذا كانت الإزالة جزئية تناسبت الكرات الحمراء الناتجة مع ما ترك من الأثر . وتمدنا الأسكيديا بمثل آخر للحيوانات التى يبلغ فيها الإصلاح وإعادة التعضون شأوا بعيدا فى البالغ ، بينما لا يستطيع الجنين المبكر تعويض ما يصيبه من خسارة .

يمكن إثبات تحديد المساحات المختلفة فى طور التباين الكيمائى تجريبيا ، إذ تستمر الساحة فى تكوينها المقرر لها ، حتى ولو طعمت فى مواضع غير عادية ، فتتباين عين البرمائية ذاتيا عند طور التكور العصبى ، وتكون ساحة الأذن القنوات الهلالية وغيرها من أنسجة إذا نقلت إلى مواضع غير طبيعية . وإذا قطع تكور عصبى فى الضفدعة الخضراء ، بحيث يمر القطع فى منطقة الأذن لتكون النصفان حويصلة سمعية ناقصة ، أما القناة الليمفاوية الداخلة فتستقر فى أحد الجانبين ، وأثبتت التجربة أن آثار كثير من الأعضاء فى البرمائية تتباين ذاتياً ، كما ظهر أن العقدة الوعائية فى الكلى المقدمة تتباين ذاتياً ، وليس لها علاقة ما بالكلى المقدمة . واختبرت القدرة على التباين الذاتى فى أجنة الثدييات ، بتطعيم ترب جنين الأرنب بأجزاء من ساحة جنينيه لأرنب آخر ، فتباينت الأجزاء لدرجة تشابه

الأجنة العادية ذات العمر المماثل ، وطعمت الكوريون السجقية لجنين الدجاجة بجنين فأر عمره أحد عشر يوماً فتباين الأخير ، وتختلف في هذه الأحوال قدرة الأجزاء على التباين الذاتي ، فلا تكاد الداخلة والنسيج العصبي يتباينان ، بينما تظهر الخارجة والغضروف والعظم قدرة عظيمة على ذلك ، أما الكيس الأنفي والكلى الوسطى فأقل قدرة من هذه على التباين ، ولو أنها لا تزال عظيمة .

نقلت الآثار الأولى التي لم تتباين ظاهريا إلى سوائل استنباتية ، فتباينت بعض الأنسجة مثل الحبل الظهري والقناة العصبية والكتل العضلية ، واستمر تباينها مدة طويلة ، وتحدث في تباينها هذا نسيجها الخاص كأن تكون بشرة ذات أهداب ونسيجا إفرازيا يقوم بوظيفته . كما أظهرت المعى الحركة الديدانية ، وإذا نقلت آثار القلب المزدوجة قبل التحامها في ذات الذيل ، لتكونت حويصلات ذات نسيج قلبي ، وقد ينبض بعضها (الجانب الأيسر) ، وإذا نقلت هذه الآثار بعد اتحادها في الخط الأوسط عظمت درجة تباينها الذاتي ، فيظهر الجيب والأذنين والبطين والانتفاخ الأورطي . وقد استنبتت بعض المساحات في صغير الدجاجة ، فأظهرت الأذن والكأس البصري وأجزاء من الأطراف ، وغير ذلك من الآثار تباينا دقيقاً ذاتياً ، كما أن أجزاء الهيكل المنفصلة تتباين تبايناً ذاتياً كيمائياً . والمعروف أن غضروف الفخذ يتعظم بينما لا يتعظم الجزء الأسفل من غضروف ميكل فإذا استنبت غضروف الفخذ وغضروف ميكل كون الأول فوسفاتيز ، ولم يكونه الثاني . وتكوين هذه المادة مقدمة للتعظم ، وإذا طال زمن الإستنبات صار هذا طبيعياً ، وقد يزداد حجم عظم الفخذ إلى ثلاثين ضعفا رغم ظروف الاستنبات . وإذا استنبتت جزر الدم كونت دماً متبايناً دقيقاً . ويتناول التحديد المكتسب في طور الرقع مدى التباين والنمو أحياناً ، فالمعروف أن الكلى الوسطى في صغير الدجاجة تتقهقر حوالي اليوم العاشر في التفريخ ، فإذا طعمت بها الكوريون

السجقيه فى جنين آخر ، فإنها تتباين عاديا أولا ، ثم تأخـذ فى التقهقر حوالى اليوم العاشر أيضا ، ويمكن تحديد قوة النمو النوعيـة للآثار الأولى ، فنرى أن المبيض الأيمن أثرى فى الطيور ، بينما الأيسر جيـد التكوين ، وإذا طعمت الـكوريون السجقية بآثار المبيضين فى اليوم الرابع لظهر الفرق بينهما من حيث القدرة على النمو . ويثبت استنبات أنسجة أجنة الثدييات التباين الذاتى ، وقد أجريت هذه العملية على أجزاء من أجنة الأرنب (٩ — ١٢ يوماً) ، فأظهرت خصائص التكوين ذى الرقع ، وتباينت الآثار ذاتيا ، كما تفعل الأجزاء المماثلة فى عملية التطعيم .

أمكن الحصول على أنواع من دودة الحرير عديمة الأجنحة ، ولـكن رغما عن ذلك فقد بقيت الجيوب فى كيس الشرنقة كما فى الأنواع ذات الأجنحة ، لتفسح المجال لبروز هذه من الجسم ، وتلك حالة هامة من الوجهة النظرية ، إذ المعروف أن تباين نسيج ما مرتبط طبوغرافيا بآخر متوقف على تباين هذا الأخير ، وقد ذكرت الأمثلة قبـل ذلك (٦) ، ولـكن يشاهد فى الضفدعة الخضراء أن الـكأس البصرى والعدسة مستقلان منذ طور مبكر جدا ، ويشبهان فى هـذا الجناح وكينه فى دودة القز . ويتباين الجنـاح فى ذات الأجنحة القشرية فى حالات التطعيم من نوع لآخر طبقاً للواهب إن أنثى أو ذكرا ، حيث يختلف فيهما ، ودلت الأبحاث الحديثة على أن جنين الحشرات يصبح عند طور معين ذا رقع محددة كيمائياً ، ولـكن عملية التحديد مختلفة جداً عما هى عليه فى البرمائية وثم حالة أخرى للتباين الذاتى تتناول خصائص الوضع الذاتى للحويصلة السمعية فى البرمائية فلو قلبت فى طور الحويصلة لأصلحت موضعها بأن تدير نفسها . وليس السبب آلياً ، لأنه لو قلبت الحويصلة اليمنى ووضعت مكان اليسرى لأصلحت موضعها أيضاً بالنسبة للمحور البطنى الخلفى فقط رغم ماتعانيه من ضيق . ويمكن أن

تعاق حركة الحويصلة بالتجربة ، و يحدث ذلك تدريجيا ، و بسبب منبهات ثقليه ، و إذا ثبت أن إصلاح الوضع منوط بالجاذبية ، فإن حويصلة البرمائية السمعية تحدد موضعها ذاتيا مستقلة عن باقى الحيوان . ولم يفحص لسوء الحظ أثر الجاذبية على الحويصلة السمعية بالطرق التجريبية ، إذ يعود الجنين إلى وضعه الطبيعى إذا ما وضع فى آخر غير طبيعى ، ولم تطبق طرق الاستنبات على هذه المسألة .

أوضحت تجاريب الاستنبات مبدأ التباين الذاتى ، وظهر بلا شك أن خلايا الأنسجة محددة تحديدا دائما ، فعضلات القلب والعضلات المخططة والكرات الدموية فى الطيور والثدييات البالغة تحتفظ بخصائصها النوعية فى أوساط مختلفة متعددة ، ودلت التجارب على أنها تحتفظ بها إلى ما لا نهاية ، وقد حفظت خلايا النسيج الضام فى الدجاجة لأكثر من عشرين عاما بلا تغير فى خصائصها وسرعة نموها . و يرى فى كثير من الأحوال أن خصائص خلية ما ظاهرة للبيئة التى تشملها ، وقد تفقد خصائص معينة نوعية أو ينحل التباين و يعود النسيج لحالة غير متباينة ، وانحلال التباين هذا عكسى ، فقد ينحل تباين خلايا غضروفية وتكون طبقة خلوية جنينية ، ولكن إذا عادت ظروفها الأصلية اعتنقت الخلايا التباين المميز لنسيجها . ولا تختلف الخلايا فى تركيبها فقط ، بل أن هناك فوارق وظائفية محدودة فى الخلايا المتماثلة شكلا ، فتختلف خلايا النسيج الضام بعضها عن بعض فى حاجاتها الغذائية ، و يظهر أثر ذلك فى سرعة التكاثر فى وسط ما ، وكذلك ما يحدث فى الأحوال المرضية المفتعلة .

أظهرت تجاريب استنبات الأنسجة أن سرعة نمو خلايا النسيج الضام تختلف فى شتى الأعضاء المأخوذة من جنين واحد ، وتختلف كذلك فى خصائص أخرى وظائفية . ويبقى هذا الاختلاف دائما ، فخلايا النسيج الضام من عضلات الفروج (١٧ يوم) الهيكلية تنمو بسرعة تبلغ ثلاثة أضعاف خلايا الغدة الدرقية

الضامة ، وعشرة أمثال خلايا القلب . وثم فوارق أخرى بين خلايا النسيج الضام لعضو ما فى الأجنة المختلفة العمر ، فتعلو قدرة خلايا النسيج الضام لعضلة الساق فى جنين صغير الدجاجة (١٧ يوما) بقدر ٦٠٪ عن الخلايا نفسها فى جنين عمره ٨ أيام ، وعليه فتؤثر المناطق المحيطة بالنسيج على خصائص خلاياه الوظائفية ، ويتفاوت هذا التأثير طبقاً للعمر ، وإذا أزيلت الخلايا من موضعها لحرمت من أثر الموضع عليها ، ولكنها تستبقى تلك الخصائص التى اكتسبتها عند الانفصال فيتباين الحشو المتوسط[1] إلى خلايا ضامة تتوقف خصائصها على عوامل خارجية ، كما يتوقف كثير من خصائص الأنسجة على خصائص نوعية لخلاياها ، أما الخلايا التى تساهم فى تكوين نسيج عالى التباين ، فتستبقى قدرتها هذه ، فتعيد خلايا الكلى تباينها إلى قنوات كلوية ، وكذلك خلايا الشعريات فى عملية الاستنبات .

يصيب الخلايا تحت ظروف خاصة تغير دائم لا رجعة فيه فى نوعها وخصائصها وتعرف هـذه الظاهرة بالاستحالة من نسيج لآخر[2] ويظن أنها تحدث فى حالات الإصلاح فينتج نسيج ما آخر مغاير له ، وهـذا لا ينفى وجود خلايا جنينية غير متباينة تكون النسيج الجديد . وليس لهذا الاعتراض أثر فى تجاريب الإصلاح التى أجريت على بعض الديدان[3] حيث توجد منطقة خاصـة أمام الفم تكون إذا فصلت دودة كاملة ذات قناة هضمية نشأت بلا شك من خـلايا غريبة ، إذ لا وجود للجرثومية الداخلة فى هذا المـكان . وبرهن استنبات الأنسجة ظاهرة الاستحالة هـذه ، إذ ظهر أن بعض خلايا الدم البيضاء Monocytes تتحول إلى خلايا ليفية فى حالة ازدحام الخلايا فى المستنبت . ويحدث هذا التغيير التكييفى عند ما تصبح الظروف غير ملائمة للكرات البيضاء . وقد

---

(١) Mesenchyme (٢) Metaplasia (٣) Nemertines

يكون هـذا التحول أبديا . وإذا عولجت خلايا النسيج الضام بپلاسما تحوى خلاصة الكبد ، تحولت إلى ما كروفاج تنمو بسرعة تفوق كثيرا سرعة نمو الخلايا الليفية التى تولدت منهـا ، وتستبقى تلك الخصائص إلى أجل غير مسمى . وقد تكون التغيرات الغامضة التى تنتاب الأنسجة فى تكوين الأورام كالسرطان منتمية لظاهرة الاستحالة هذه .

تدل هذه الأمثلة دلالة كافية على وجود طور الرقع فى التباين والتكوين ، ولهذا قيمة نظرية هامة حيث يثبت وجود طور جنينى لا يقوى فيه الكائن على تنظيم حاله ، وتمر جميع الحيوانات العليا بهذا الطور .

ولنعد إلى التجاريب التى أجريت على البويضات ذات الرقع لتحديد بدء هذا الطور (٥) فيحدث التباين الكيمائى مبكراً جداً فى بعض أنواع الرخوة[١] ويؤدى إلى تحديد تام كميا ونوعيا للمواد المكونة للأعضاء ، والمستقرة فى الفص القطبى ، وليست مواد السيتوپلازم المختلفـة كالمح وغيره بقادرة على تـكوين الأعضاء ، بل تدل على تعضون البويضة ، وتوجد مواد مختلفة الكثافة كالمح والدهن والسيتوپلازم الصافى فى بويضة قنفذ البحر[٢] ويمكن تغيير موضعها النسبى بالأمخاض حيث تتكون أربع طبقات مستقلة عن المحور الأصلى ويستمر التكوين طبيعيا بالنسـبة لهذا الأخير الذى لا يتأثر بالترتيب الجديد . وقد حصلوا على نتائج مشابهة بامخاض بويضات حيوانات أخرى ، وتبين أن المح والدهن وما إليها مواد خام يمكن تقدير قيمتها بالتجربة وذلك بامخاض بويضة الضفدعة ، فيعظم بذلك التطبق الطبيعى فى المحور الأولى ، ويزداد تكاثف المح عند القطب النباتى بينما نجـد فى القطب الحيوانى طبقة من الدهن ، وإذا كان الإمخاض شديداً فلا يستمر التكوين إلا قليلا وذلك لأسباب آليـة .. أما إذا

(١) Dentalium (٢) Arabacia

كان الإمخاض معتدلا ، فيستمر التكوين طبيعيا ، اللهم إلا ظاهرة وفرة الدهن فى أنسجة الرأس ، ويتعذر التكوين الطبيعى إذا زاد قدر الدهن عن حد معين عند القطب الحيوانى ، وتظهر فجوات فى الأنسجة فى الأحوال المعتدلة ، وتختزل أنسجة الرأس فى الأحوال الشديدة إلى كتل خلوية مستحيلة . وإذا عرضت بويضات ذات الجلد الشائك للامخاض إلى أن تنقسم بفعله إلى جزأين أو أربعة لوجد أن هذه الأجزاء مختلفة فى اللون وفى نوع الحبيبات ، ويكون النصف البعيد عن المركز أو الربعان البعيدان عنه علقات . أما الأجزاء القريبة منه فلا تتعدى فى تباينها طور التكور الجرثومى ، وقد لا تحوى هذه القدر الطبيعى من المواد الخام كما ذكر فى تجاريب الضفدعة . ويستدل على تحديد وضع الآثار الأولى بمواد كيمائية مركزة فى بعض المواقع مكونة « ساحات التباين » ، وتتعين الآثار فى هذه الساحات بفضل التباين الكيمائى المتوالى ، ولنضرب مثلا بمناطق الأعضاء الخاصة فى البرمائية ، ولنبدأ بالأطراف .

تمتد ساحة الطرف المقدم العتيد فى ذات الذيل[1] من الحافة المقدمة للكتلة البدنية الثالثة إلى منتصف الكتلة السادسة ، وتتوقف القدرة على التكوين على الجرثومية الوسطى ، أما الخارجة فلا تحديد فيها ، وتستطيع أى بقعة من الساحة أن تكون طرفا ، كما أن الساحة أكثر اتساعا من المنطقة التى تكون الطرف وهى محددة فعلا عند منتصف التكور المعوى ، وتبلغ القدرة على التكوين أقصى مداها فى بقعة قريبة من الحافة الأمامية والخلفية[2] ، ويكون نصف الساحة طرفا كاملا إذا أزيل النصف الآخر أو طعمت به منطقة أخرى ، وكذلك إذا طعم نصف أثر بنصف أثر آخر بشرط توافق المحور الأمامى المؤخرى فساحة الطرف محددة نهائيا منذ طور مبكر جدا ، ولا يتناول ذلك أجزاء الطرف

---

(١) Ambylostoma (٢) Dorsal

المستقبل المختلفة . وثم تحديد آخر فى نطاق الساحة ، إذ تتكون الحافة الوحشية (الكعبرة والإبهام) من مقدم الساحة ، فهى إذن مقطبة منذ نشأتها ، ويمكن إثبات ذلك بالتطعيم فى وضع غير عادى ، ومن الظاهرات العادية فى عمليات التطعيم أحداث طرفين أو ثلاثة ، والطرف الجديد خيال مرآة للطرف العادى .

تشمل ساحة الطرف المؤخرى الكتل البدنية ١٦ و ١٧ و ١٨ ، وتشبه خصائصها خصائص الطرف المقدم التى ذكرت ويبكر تباين هذا وتعيينه عن الطرف المؤخرى ، ودلت تجارب التطعيم بين الأنواع التى تختلف سرعة نموها على أن معامل النمو النسبى محدد فى ذلك الطور ، فإذا طعمت أبدان أنواع بطيئة النمو بآثار أطراف أنواع سريعة النمو لظهرت الأخيرة كبيرة الحجم نسبيا ، وتنقسم ساحة الطرف فيما بعد إلى رقع محددة التباين ، ولو أن ذلك غير ظاهر . ويختلف موعد حلول هذا الطور فى مختلف الأنواع ، ولا ينتج بظهوره طرفان إذا ما قسم أثر الطرف كما سبق أن شاهدنا ، بل ينتج كل جزء بعضاً من العضو ، وتقوى هذه الرقع الثانوية على تنظيم حالها .

حللت هذه الأطوار التالية بدراسة أجنة صغير الدجاجه ، فإذا طعمت الكوريون السجقية بأجزاء من أثر طرف عمره ٤ أيام ، حصل عليها بقطع متصالب مع محورها الطولى العتيد ، لانتجت المنطقة العليا عظم فخذ كامل والتالية عظمى الشظية والساق ، والثالثة قدماً كاملا . وليس التحديد دقيقاً ، إذ تتداخل حدود المناطق وتقوى كل منطقة فرعية على التنظيم لتحدث جزءها الخاص كاملا أما إذا كان القطع طولياً ، أى فصل الجانب الكعبرى عن الزندى لكون كل قسم أصابعه التى ينتجها لو بقى فى مكانه ، ثم قصبة أو شظية طبقاً لوضع الجزء ويتكون عظم الفخذ بأكمله بفضل القدرة على التنظيم ، ولكنه يكون صغيراً . ويعتبر التعرف على ساحات الأعضاء كما ظهر فى التجاريب السابقة ، أهم ما أدت

إليه دراسة التكوين التحليلية ، وتجمع هذه الساحات بين التحديد العام والتكوين الحادث ، وهذه حال الجنين قبل طور الرقع .

تتباين ساحات الطرفين المؤخر والمقدم ذاتياً ، وتتوقف بعض دقائق التكوين على الجنين نفسه ، وبخاصة على ساحة تدرجه وساحة الطرف فى ذات الذيل البرمائية مقطبة منذ البداية ، وإذا أدير قرص ساحة الساق فى موضعه الأصلى لاكتسب قطبية جديدة بالنسبة للجسم ، أى أنه أرغم على تكوين محور جديد (أمامى مؤخرى) ثم يثبت ذلك المحور فيما بعد ، ولم يحن بعد موعد ثبات المحور البطنى الخلفى ، ويتوقف هذا الأخير على المضيف كما دلت التجربة ، ويثبت بعد ذلك أيضاً ويمكن التأثير كمياً على ساحة الطرف المحددة نوعياً ويستدل على هذه الحقائق بالتجاريب التى أجريت على ذات الذيل [1] حيث طعم موضع الساق المزال بقرص الذراع فتكون طرف مقدم لا شك فيه ، ولكنه ذو خمسة أصابع كالطرف المؤخرى . وهذا عكس ما يحدث إذا خفض مدى التكوين فى مركز الدماغ الأوسط ، بإزالة آثار العين أو الطرف المقدم مثلا ، فترى الأطراف المؤخرة مشوهة . وكثيراً مايكون لها ٤ أصابع أو ٣ ، وإذا أزيلت الأعصاب تماماً من الأطراف الخلفية فإنها لا تشوه بل تظهر صغيرة الحجم ولا تعرف تلك الأسباب التى تنبه القوى المنوط بها تكوين الطرف ، ولو أنها تدعى للعمل بمختلف الطرق فى التجربة .. فإذا طعمت الساحة بالحويصلة السمعية أو غير مسار الأعصاب لتستقر تحت الساحة لتكونت الأطراف . فخصائص الأنسجة نوعية بالنسبة للساحة ، ويطلق نشاطها من عقاله عوامل غير نوعية ، والمنكب ذو رقع ولكنه يختلف عن ساحة الطرف إذ تقوى هذه على تنظيم حالها ، ولأثره ثلاثة مراكز للتغضرف ولكنها ليست مستقرة فى قرص الطرف المكون من ٣½ كتل

---

(١) Ambylostoma

بدنية لأنه إذا طعمت بهذا الأخير جهات أخرى كان حجم المنكب الناتج ثلث الحجم الطبيعى . وبالعكس إذا أزيل قرص الطرف بقيت بعض أجزاء من آثار المنكب ، وإذا أزلنا جزءاً من أثر المنكب أو طعمنا به أجزاء أخرى فى طور الزر الذيلى المبكر ، لتكونت أنسجة جزئية لا تقوى على تنظيم شأنها لتكون منكباً كاملا.

شوهد فى بعض التجاريب على ذات الذيل[1] حيث طعم جزء آخر بقرص الطرف ذى الثلاث كتل ونصف بعد إدارته أنه قد يدور ليصلح موضعه ، وإذا أدير بقدر ٢٣٥° لدار فى اتجاه معاكس ليصلح حاله ، ولكن إذا أدير بقدر ٢٧٠° فقد يكمل الدائرة فى نفس الاتجاه ، ويظهر أن دوران الطرف متوقف على المنكب ، فإذا كان القرص مكوناً من ٥ كتل بدنية تكون منكب كامل متوافق مع الطرف الذى لا يضطر إلى إدارة نفسه ، وإذا كان القرص مكوناً من ١ ½ كتلة بدنية لما حوى أثراً للمنكب ولما حدثت أدارة تنظيمية ، وإذا فصل قرص ذى ثلاث كتل ونصف من الأثر المحتوى على ٥ كتل وأدير القرص والحلقة الناتجين مستقلين عن بعضهما ، فإن الطرف ينظم موضعه بالنسبة للحلقة ، ويرى من ذلك أن جزء المنكب الكائن فى حدود الكتل الخمسة خارجاً عن الثلاث كتل ونصف يحدد أجزاءه الأخرى الكامنة فى هذه المنطقة الأخيرة .

تمدنا أُذُنُ البرمائية بمثل للساحات وتقع فى منطقة من الخارجة على جانبى الرأس وراء منطقة العين ، وتعتمد فى تكوينها على المعضون كما اتضح من التطعيم بالشفة الخلفية ، والساحة أكبر انتشاراً من الأثر نفسه وإذا أزيلت قطعة من الأثر فى نوع من الضفدعة عند طور التكور العصبى المبكر لتكونت أذن طبيعية ولكنها صغيرة الحجم . ويمكن البرهان على أنها تكونت من الخلايا المجاورة التى

---

(١) Ambylostoma

تكون عادة بشرة خارجية . وأكدت تلك التجربة أخرى أجريت على ذات الذيل وتفقد البشرة الخارجية قدرتها بعد تكوين الحويصلة السمعية ، فلا تصلح هذه إذا ما أزيلت وسرعان ما تكتسب ساحة الأذن قطبيتها كما دلت التجارب .

تكون الخياشيم أيضاً ساحة فى البشرة الخارجية فى أجنة البرمائية ، وإذا ما أديرت تلك الساحة فى بعضها بقدر ١٨٠° عند التكور العصبى المبكر تكونت خياشيم معكوسة ، أى أن الساحة مقطبة . وإذا طعم أثر بأثر عند ذلك الطور لنتج عدد عادى من الخياشيم فى حالة توافق المحورين (الأمامى المؤخرى) ويتكون القلب فى عديمة الذيل[1] عند التكور العصبى من الساحات المجاورة لساحة القلب العتيدة بعد إزالتها ، وتضمحل القدرة على ذلك كلما بعدنا من منطقة القلب . وإذا أديرت فى نفس الطور قطعة من ساحة القلب بقدر ١٨٠° لأنجبت قلباً طبيعياً ، ولا يحدث ذلك فى أطوار تالية كالزر الذيلى ، فالقلب مقطب كالأعضاء السالفة الذكر (المحور المقدم المؤخر) منذ طور مبكر ، وقد يتكون قلب طبيعى من نصف طولى للأثر ، ويمكن إحداث قلبين بتقسيم أثر واحد طولياً ، وإذا طعم نصف أثر بنصف آخر عند التكور العصبى لكونا قلباً طبيعياً بفرض توافق المحور الأمامى المؤخرى . وقد عضدت تلك التجاريب تجاريب أخرى أجريت على ذات الذيل[2] .

تعتبر البشره الخارجة ساحة كبرى خاصيتها العجز المتوالى عن إحداث أنسجة أخرى ، وهى مع ذلك مقطبة كما يدل اتجاه ضرباب أهدابها (عادة من المقدمة للمؤخرة) ، وتظهر الأهداب فى مستهل التكور العصبى ، فإذا أديرت قطعة فيها بقدر ١٨٠° عند ذلك الطور ثم أعيدت مكانها ، لكانت ضربات الأهداب عادية . وإذ أجريت التجربة فى منتهى ذلك الطور لاتخذت ضربات

---

(١) Bombinator (٢) Ambylostoma

الأهداب اتجاهاً عكسياً إذ أصبحت القطبية ثابتة . ودلت التجربة على وجود ساحة أنفية ، فقد أزيل أثر الأنف قبل أن يكون نقره أنفية ، ومع ذلك تكونت حويصلة أنفيه من المناطق المجاورة التى نمت لتغطى الجرح ، فساحة الأنف إذن أكبر من أثر الأنف العتيد . و إذا أزيلت مساحة كبيرة تمثل المنطقة بأجمعها ، لما تكون أنف من البشرة المجاورة ، وقد تنتج الساحة أحياناً أنفاً أوسط واحداً (فتحة واحدة) ومثل هذه الأجنة وحيدة العين أيضاً . و يرجع السبب فى هاتين الظاهرتين إلى عوامل واحدة .

تمدنا بعض ذات الذيل البالغة [١] بمثل آخر لتداخل ساحات الأعضاء العتيدة ، فهى تقوى على إصلاح عدسة للعين من الحافة الخلفية للقزحية (المشتقة من الكأس البصرى) فلم يفقد الكأس البصرى إذن قدرته على أحداث العدسة فى البالغ ، وأبانت التجربة عن وجود تدرج فى القدره على تكوين العدسة يمتد فى اتجاه بطنى خلفى عبر الكأس ، و يحدث الإصلاح دائماً من الحافة الخلفية للكأس وتحول العدسة الطبيعية دون تكوين عدسة أخرى من القزحية .

دلت التجارب فى البرمائية على أن منطقة الثنايا العصبية تحدد كساحة فى أول أمرها ، إذ يكون النصف الخلفى فى بعضها [٢] جنيناً صغيراً فى مستهل التكور المعوى ذا نسب عادية ، مع أن الثنايا العصبية مشتقة من الجزء الذى يكونها فى الجنين العادى . أما إذا أجريت التجربة فى آخر الطور المعوى كان حجم الثنايا عاديا فتصبح إذ ذاك كبيرة نسبيا . و يستنتج من ذلك حدوث التحديد النهائى فى آخر التكور المعوى . وثم تجارب أخرى على نفس البرمائى ، أمكن الحصول فيها على تكور معوى ينقصه الجزء الأوسط الواقع فى مستوى التماثل الجانبى ، وذلك بلصق جزأين من تكورين معويين فصل أحدهما بقطع مواز للخط الأوسط

---

(١) Newt (٢) Triton

و إلى يمينه ، والآخر إلى يساره ، وتزال بذلك مادة الثنايا العتيدة فى منطقة الجذع إما إزالة تامة أو جزئية ، أما فى منطقة الرأس ، فالإزالة جزئية ، ويتكون دماغ هذه الأجنة تكويناً تاماً ، وله عيون متناسبة ، وقد لا يتكون النخاع الشوكى فيرى من ذلك أن تحديد القناة العصبية كان إجماليا فى ذلك الطور فأمكن تنظيم ما بقى من الثنايا العتيدة بعد العملية ، فتباين إلى دماغ كامل ، أما إذا لصق الجزءان الكبيران بعد القطع كانت مادة الخط الأوسط أكبر من المعتاد و يحدث فى مثل هذه الحالة أن يتكون مجموع عصبى كبير ولكنه متناسب الأجزاء . وقد يزدوج الطرف المقدم أحياناً ، و إذا أزيل جزء من آثار العين فى ذات الذيل عند التكور العصبى تكون الدماغ طبيعيا وكذا العينان ، و يدل هذا على التحديد الإجمالى للثنايا العصبية فى هذا الطور ، وعلى أن بالساحة مناطق فرعية كما فى الأطراف . وليس هناك دليل على أن أى جزء ذى حجم مناسب ، يمكنه أن ينتج كلا كما فى سائر الأطراف .

تدل التجربة الآتية على تقطب المجموع العصبى ، فلو فصلنا منطقة العين فى بعض ذات الذيل(١) عند مستهل التكور العصبى وأديرت بقدر ٩٠° ثم أعيدت مكانها ، لكان الكأس البصرى الناتج ناقصاً فى تكوينه وتباينه . ولو كانت الإزالة تامة ، لكونت الثنايا الباقية عينا ثانية أى أن للمنطقة قطبية إذا تدوخلن فيها عاقت التنظيم ، و يحدث التباين الكيمائى للمناطق الفرعية عند مستهل تكوين الساحة ، وليس فيما بعد كما فى الأطراف والقدرة على تكوين العين أقوى فى الخط الأوسط منها فى المناطق الوحشية ، كما دلت تجاريب التطعيم و يحول سقف المعى المستقر تحت آثار العين دون تكوين عين واحدة وسطى وتحدد العين كمنطقة فرعية من ساحة الثنايا العصبية عند التكور العصبى وتقوى

---

(١) Ambylostoma

على تنظيم حالها . فلو طعمت البطن بجزء من أثر العين العتيد لـكون هذا عيناً ينقصها الساق فليست الأجزاء المختلفة محـددة تحديداً جدياً فى ساحة العين عند هذا الطور فى بعض البرمائية . و إذا طعم جزء ما بجزء من العين (الطراز النير) فى عديمة الذيل لنظم الأخير حاله وكون كأساً بصريا ذا نسب صحيحة . و إذا طعم أثران فى بعض البرمائية الأخرى لنظما حالهما وكونا عيناً واحـدة . ويعوق المضون (سقف المعى) المستقر تحت الصفيحة العصبية متابعة تحديد العين المتوالى وقد درس مدى تأثيره بتطعيم ساحات العين به أو بدونه ، فتبين أنه يعضد قوى تكوين العين فى مناطق الساحة الوحشية ويؤدى إلى تكوين عينين من الجزء الأوسط لساحة العينين يفصلهما التصالب البصرى ، ويكون هذا الجزء الأوسط عيناً واحدة إذا لم يشمل التطعيم سقف المعى وهو يزيد سرعة انقسام ساحة العين إلى مناطق فرعية متباينة كيمائيا كما ظهر بالتجربة على الضفدعة الخضراء ، فإذا قطعت كتلة مستطيلة من الثنايا العصبية مشتملة على منطقة العين عند التكور العصبى وعلى سقف المعى أسفلها ، ثم أديرت بقدر ١٨٠° وأرجعت مكانها لتباينت تلك المنطقة ذاتيا ، كما يحدث فى الجنين الناتج انعكاس فى وضع أنسجة الدماغ فيصبح الدماغ الأمامى الأول فى مؤخرة الدماغ الأوسط بفصيه البصريين وتستديم الأنسجة مع جاراتها الطبيعية فى المقدمة والمؤخرة . وثم ظاهرة هامة فى هذه التجربة تتناول العين ، إذ يرى غالباً زوج من العيون الصغيرة فى الموضع الطبيعى وآخر فى مؤخرته ، وهذا إما فى مقدمة الحويصلة السمعية أو فى مؤخرتها ويعلل ذلك بانقسام أثر العين بالقطع المقدم ، فيكون ما ترك مكانه العينين المقدمتين . أما ما استقر فى القطاع المستطيل فكون العينين المؤخرتين ، ويختلف وضع هذه بالنسبة للحويصلة السمعية باختلاف حجم القطاع المستطيل . فأثر العين إذن محدد ولما كان حجم العينين الناتجتين من أثر واحد مساوياً لحجم العين

الطبيعية ، فإن التحديد نوعى و كمى ، وأصبحت الحدود الطبوغرافية ثابتة كذلك أما موعد بدء هذا التحديد فليس معروفا ، و إذا كانت هذه الكؤوس البصرية صغيرة جدا ، فإن نسب الأجزاء المختلفة كالعنق والشبكية تصبح غير طبيعية ، وذلك لتحديد تلك الأجزاء التى يفصلها القطع بنسب مختلفة ، إذ هو حيثما اتفق ومع وجود هذه الاختلافات فى النسب ، فإنها تستدير مكونة كرات صغيرة كبيرة الشبه بالحويصلات الطبيعية ، وتنغمد لتكون الكؤوس البصرية ، فلا يتوقف التباين الشكلى إذن على التباين الدقى . وقد استنتجت هذه الظاهرة من تجاريب سابقة ، كما أبانت أبحاث أخرى أجريت على أنواع مختلفة أن التباين الدقى مستقل عن التباين الشكلى ، بل و يحدث فى غيبته . ونصل إلى نفس النتيجة باستنبات آثار مختلفة من جنين صغير الدجاجة كالعين والأذن والأطراف المقدمة ، إذ تتباين الأنسجة تبايناً دقيا عاديا ، بينما لا يكاد التباين الشكلى يصل إلى حده العادى ، ويظن أن عوامل آلية طبيعيه : كالسعة ، والضغط ، وكمية المادة ، تسبب التباين الشكلى ، ولا تؤثر على التباين الدقى .

ولنبحث عن العلاقة بين هذين النوعين من التباين فى مبدأ الأمر :

إن خطوات التباين الأولى معنية بتغيرات شكلية كاحداث التكور المعوى والعصبى ، وهذا النوع من التباين سابق للتباين الدقى ، فهل يتوقف هذا الأخير على الأول فى الأطوار الأولى ؟ وهل تقوى منطقة خاصة من الجنين حرمت من المرور بطور مبكر من التباين الشكلى على أن تتباين دقيا ، وقد ذكر سابقا أن كل جزء من الثنايا العصبية يغير موضعه فى اتجاه خاص ، فلو طعمت المنطقة الوحشية بجزء من الثنايا العتيدة فى جنين آخر عند طور التكور المعوى ، وتركت بحيث تتوازى حركة أجزاء المضيف أو تتعاون مع حركة الجزء المطعم به الأصلية ، لكون الأخير ثنايا عصبية رغما عن وضعه وحركته . و يدل هذا على أن التغيرات

الشكلية النوعية ليست لازمة للتباين الدقى التالى ، و إذا أخذت قطعة من البشرة الخارجة أو الثنايا العتيدة من جنين فى طور التكور العصبى أو المعوى المتأخر ، وطعمت بها مواضع غير عادية لتباينت ذاتيا وحافظت على تباينها الدقى الطبيعى ، ولكن لايحدث التباين الشكلى دائما . و إذا أخذت هذه الأجزاء من طور تكور معوى مبكر لمرت فى طور التباين الشكلى المميز للبيئة الجديدة ، وتستبقى مع ذلك بعض خصائص تباينها الدقى . و يستنتج من ذلك أن التباين الشكلى مستقل عن التباين الدقى فى هذه الأحوال .

ر بما كان أوقع حالات التباين الشكلى عن الدقى ما يرى فى بعض الحشرات (١) إذ تنتج البو يضة بسبب عدم استدامة الجرثومة فى خط مستعرض جنينين ظهراً لظهر ، ومختلفين حجما ، وعند ما يُثْنِى الكبير جوانبه ليكون جزءه الخلفى فإنه يشمل الصغير داخله ، و يدفعه للقيام بحركات مشابهة ، غير أن الظروف الموضعية تجعله ينثنى فى إتجاه بطنى ، فيصبح مقلوبا باطنه خارج ، وأحشاؤه خارج جدار الجسم ومتصلة بالأكبر ، و يحدث التباين الدقى رغما عن ذلك كأن لم يصب الجنين شىء غير عادى .

نتكلم الآن عن الغدد الجنسية وتباين الجنس ، وتظهر هذه فى الفقريات فى ساحة خاصة من الجزء الخلفى من تجويف البطن ، وتتكون من بشرة سيلومية سميكة مستقرة على حشو متوسط Mesenchyme و بها خلايا جرثومية أولية مشتقة من الجرثومية الداخلة غالبا ، ثم تهاجر إلى منطقة الغدة ، وتشتق فى حالات أخرى من البشرة الجرثومية السيولومية (٢) ، ور بما تعاونت الطريقتان فى كثير من الفقريات . ولا داعى لسرد تفاصيل تكوين أثر الغدة الجنسية فى عديمة الذيل ، ويكفى أن يقال أنه يصبح مكوناً من قشرة خارجية مشتقة من البشرة السيولومية

(١) Platycnemis

(٢) Coelomic

وخلايا جرثومية أولية ، وحشو متوسط ، ومن جزء مركزى نخاعى مشتق من آثار الكلى الوسطى ، ثم يتباين الجنس إن ذكرا أو أنثى ، ويتوقف الطريق الذى تسلكه الغدة الجنسية على كروموسوم الجنس الذى تحتويه خلاياها ، وتحدد عوامل خارجية موضعية الاتجاه الذى تسلكه الخلايا الأولى ، وتنتشر هذه من المنطقة التى تحتلها الخلايا فتصبح أنثى فى القشرة وذكرا فى النخاع ، وللحرارة أثر تفاوتى على القشرة والنخاع فتثبط الحرارة المنخفضة تكوين النخاع وتؤجل استحالة القشرة فى الذكور وهجرة الخلايا الأولى منها إلى النخاع ، فتتباين إلى بويضات أولية مكونة علقات من جنس الأنثى بدنيا ويصل النخاع فيما بعد لطور فى التكوين يستطيع فيه أن يثبط القشرة ، فتتحول بعض الأناث البدنية إلى ذكور بدنية ، وقد كانت هذه ذكورا وراثية Genetic وتؤدى الحرارة المرتفعة القشرة . ولاتضر النخاع فتكون نسبة الأجناس ١ : ١ فى المبدأ ، ثم تثبط قشرة الأناث ، وتتحول بعض الأناث الوراثية إلى ذكور بدنية . وتدل هذه التجاريب على وجود عوامل محرضة للجنس فى القشرة والنخاع ، ويستدل على نوع هذه العوامل وتأثيرها من التجاريب الآتية :

تتحد أجنة البرمائية إما جنباً لجنب (متوازية) ، أو طرفا لطرف (متسلسلة) والبحث هنا قاصر على توائم النوع الواحد ، على أن يختلف الجنس فيهما . وقد أجريت أهم التجاريب على الضفادع ، حيث ظهر أن تباين الجنس لا يتأثر فى التوائم المتسلسلة ، أما فى التوائم المتوازية فتتأثر الأنثى عادة ، إذ يمنع تباينها لدرجة ما مصحوبا بالتشجيع على تباين غدة الذكر ، فينتج تحول متوال من جنس الأنثى إلى جنس الذكر ، ويظهر التأثير أولا فى المبيض القريب من الذكر فى حافته الداخلة دائما ، ثم ينتشر من هذا الموضع للجهات البعيدة ، ولكن قوته تنقص تدريجيا ، فيرى أن نخاع غدة الذكر يحدث مادة تشجع على تباين الذكر

وتثبط تكوين القشرة ، وتستطيع الإنتشار من مركزها ، ولا يصل أثرها لغدة الأنثى فى التوائم المتسلسلة بينما تتأثر هـذه فى المتوازية ، أما فى أبى ذنيبة [١] فلا تتأثر غدد الشريكين فى حالتى التسلسل والتوازى ، ويظهر أن العوامل المؤثرة لاتستطيع الإنتشار بدليل وجود عضو بِدَرْ [٢] فى الذكور ، وهو مشتق من القشرة ومعنى هذا أن النخاع لم يقو على التأثير على هذا الجزء القريب منه جدا فى التكوين الانتشار معتدل فى الضفادع وتام فى ذات الأذناب ، وربما انتقلت المواد عن طريق الدم . ولقد ظن أن هورمونات الجنس فى الغدد البالغة تشبه تلك المواد التى تكونها القشرة والنخاع فى الجنين . ولا يتباين النخاع فى الأناث الوراثية فى ذات الذيل فى إتجاه الذكر بعد استحالة رجعية فى القشرة تحت تأثير الزميل الذكر ، وهـذا على عكس النتائج المستقاة من الضفادع . ويتباين نخاع الأناث فى كل البرمائيات فى اتجاه غدة الأنثى الجنسية ، ولـكن يستبقى قدرته المزدوجة على تكوين الجنسين فى عديمة الأذناب ، وتفقد تلك القدرة المزدوجة فى ذات الذيل وتتباين أو تستحيل فى حدود نوع الأنثى ، ويرى فى ازدواج بعض عديمة الأذناب أحيانا أن الأنثى تتباين مبكراً جدا فتعوق تباين الذكر ، وربما مر هذا بطور الأنثى ، وتقتصر تلك الظاهرة على الأجزاء القريبة من الأنثى ، كما أنها وقتية ، إذ يتفوق بعد ذلك تباين الذكر ، وفى الازدواج بين نوعين مختلفين من الضفادع بشريكين من جنس واحد (أنثى) يتضخم المبيض فى أحد الشريكين ، ويصغر ويستحيل فى الآخر . ويعزى ذلك إلى أن المادة المنبهة ذات قدر محدود ، فإذا أخذ منها النوع الأول المعروف بسرعة نموه [٣] قدرا غير متناسب لم يترك للثانى قدرا كافيا ، وقد ينقلب بعض هذا إلى خصية فى أحوال

Rana Sylvatica (٣) Bidder (٢) Toad (١)

نادرة ، ور بما كان سبب ذلك خلاص النخاع من تثبيط القشرة التى منعت عنها المادة اللازمة لنموها .

يرى من ذلك أن تباين الجنس فى البرمائية منوط بمادة تكونها القشرة والنخاع ، وليست هذه المواد بنوعية للأنواع المختلفة ، كما أن مادة القشرة مضادة لمادة النخاع . وتستطيع هذه المواد الانتشار من مركزها ، والتثبيط أقوى ظاهرة فى عملها وتأثيرها على غدد جنسية أخرى . وتتكون المادة التى تسبب تباين الذكر مبكرا عن مادة الأنثى وهى أقوى منها ، ور بما تتحول هذه المواد إلى الهورمونات الجنسية فى البالغ .

ثم نتائج هامة حصل عليها بتلقيح بو يضات ضفادع جاوزت حد النضوج الطبيعى ، فإذا لم يتعد التجاوز ثلاثة أيام ، لا تتأثر الأجنة الناتجة ، أما إذا زادت مدة التجاوز عن ذلك ، فتحول نسبة خاصة من الأناث الوراثية إلى ذكور بدنية ، وتزداد تلك النسبة إلى أن يصل التجاوز إلى أربعة أيام ، فيكون النتاج كله ذكورا ، وتبطىء فى نفس الوقت العمليات التكوينية ، كما تظهر عيوب فى التكوين وموت غير عادى قد يصيب كل الأجنة فى طور مبكر إذا تجاوز حد النضوج ٥ أيام ، وللتحولات الجنسية قيمة خاصة إذ يتأثر التكوين الشكلى لأثر الغدد الجنسية ، فيمر الأثر مثلا بطور الأنثى ، ثم تتبع ذلك استحالة فى القشرة ، ونمو فى النخاع يؤدى إلى التحول إلى ذكر ، كما فى تجاريب الحرارة العالية ، وتثبط القشرة منذ البداية فى الحالات الشديدة ، وتتباين الغدة إلى ذكر وتزداد سرعة تباين الخصية ، وتتضخم الغدة الدرقية فى حالات البو يضات التى جاوز نضوجها الحد الطبيعى قبل تلقيحها ، وتظهر بازدياد درجة النضوج ظاهرات متتابعة تبدأ بتقلبات شكلية فى التكوين و بخاصة فى الجنس ، فتقلبات شكلية ، عامة و بخاصة الازدواج الجزئى ، فتشوهات وتكونات خبيثة ، ور بما عزيت هذه

الأحوال الثلاثة إلى عملية واحدة متعلقة بمواد من هذا القبيل .

ليس التكوين الجنيني للغدة الجنسية فى ذات الأمنيون بسيطاً كهذا ، وقد احتفظت القشرة بأثرها لتحدث أنثى والنخاع ليحدث ذكراً ، وصغير الدجاجة أفضل ما درس فى هذا السبيل ، وتتكون الخلايا الجرثومية فيه فى الداخلة خارج الجنين فى منطقة خاصة يمكن أخصاء الجنين بإزالتها أو إتلافها ، ثم تتجول فى أجزاء الجسم مدة طويلة وتتمركز فى بحر ساعات قلائل فى منطقة الأثر الجنسى وربما جذبتها الساحة كيمائياً عند ما يتم تحديدها ، وتدل التجربة على أن هذه الخلايا الأولى تساعد على تباين الغدة الجنسية وذلك فى ساحتها فقط (البشرة السيلومية الخلفية) ، وهذه أعظم ما تكون قدرة فى منطقة الغدة العتيدة ، وتظهر الخلايا الجرثومية موضعيا فى بعض التدبيات فى البشرة الجرثومية المتباينة فى وقت متأخر ، و يدل هذا على أن تباين الغدة الجنسية المبكر لا يتوقف قطعاً على تلك الخلايا الجرثومية .

إن المبيض الأيسر فى الطيور ووحيدة المخرج كبير الحجم يقوم بوظيفته خير قيام ، والأيمن على عكس ذلك ، و يلاحظ هذا الفرق فى الآثار الأولى قبل أى تباين جنسى ، و إذا طعمت الكوربون السجقية فى جنين بالغدة الجنسية قبل أن تتباين إلى ذكر أو أنثى ، فيشاهد فى حالات التباين إلى أنثى أن الغدة اليمنى تكون آثاراً ناقصة ، أما اليسرى فتباينها حقيقى و يحدد هذا الفرق بالنسبة لتدرج عدم التماثل فى الجنين ، و إذا أعدمت الخلايا الجرثومية فى النصف الأول من مدة التفريخ (بالأشعة) لاستمر الجزء غير الجرثومى فى تباينه المعقد مكوناً خصيات ومبايض طبيعية التركيب ولو أنها عقيمة ، ويؤدى التعريض إلى درجة حرارة منخفضة لمدة قصيرة إلى بقاء الأنسجة التى تضمر عادة فى التكوين الطبيعى كقناة مولر اليمنى فى الأنثى أو القناتين فى الذكور ، فترتفع النسبة من ١٨٪ إلى

٧٠ ٪ ، والمعلوم أن الحرارة المنخفضة تثبط كثيراً من عمليات التكوين ، وثم حقيقة هامة وهي ازدياد قدرة الأجزاء المطعم بها على التباين كلما كبر عمر الساحة عند التطعيم ، ويظهر أن المواد المحددة للغدة الجنسية تتراكم في الساحة العتيدة أثناء تباينها المبكر ، وربما قبل ذلك بقليل .

إذا أزيلت الغدة الجنسية اليسرى (المبيض) ازداد نمو اليمنى ، وهذه حساسة لما يخرجه الأثر الأيسر من مواد وتحد درجة استحالة قشرتها قدرتها التكوينية فإذا سلم كثير من القشرة فإنه يسيطر على الموقف وينتج مبيضاً ، وإذا كان قليلا ازداد هو والنخاع وينتج مزيج من المبيض والخصية ، وإذا لم يسلم شيء من القشرة ازداد النخاع وأنتج ذكراً وتختفي الخلايا الجرثومية من المبيض الأيمن في مدى الشهر الأول من حياة الفروج ، فإذا ازدادت بعد ذلك كانت الغدة الناتجة عقيمة ، وإذا ازدادت قبل ذلك كما في حالة إزالة المبيض الأيسر مبكراً ، فقد تتكون حيوانات منوية أولية .

تنحصر قيمة الغدة الجنسية هنا في وجود سبيلين للتباين أمامها يحدد أحدهما أو الآخر مبدئيا كروموسوم الجنس ثم يعضد ذلك توازن كمي بين مادتين متضادتين ، أحدهما لتباين الذكر والأخرى للأنثى ، وتختلفان في الكمية والسرعة والقدرة على الانتشار ، ويجعل هذا الغدة الجنسية مثلا ممتازا لدراسة أثر العوامل الخارجية على تباين الشكل .

ظهر إجمالا بفضل تجاريب طعمت فيها الكوريون السجقية ببشرة صغير الدجاجة الجرثومية من أجنة أخرى ، أن التباين الدق متوقف على حجم وعمر القطعة عند فصلها ، فتتباين البشرة الكاملة الغير مفرخة تبايناً دقياً يكاد يكون طبيعياً أما الشكلي فليس كذلك ، وكلما كان الفصل مبكراً كلما صغرت الأعضاء الناتجة ، وكلما تأخر كثر نوع الأعضاء الناتجة ، ويحسن تباينها كلما كبر سنها عند التطعيم ،

وتتباين القطع الكبيرة لمدى أوسع من تباين الصغيرة ، فالحجم إذن عامل فى التباين الدقى ، وقد ذكر سابقاً أن هناك تدرجاً فى المقدرة على التكوين فى مناطق المحور المختلفة فى صغير الدجاجة ويجب مراعاه ذلك فى التجاريب المذكورة .

لنضرب بمهماز الطيور مثلا للتحديد الذى يحدث فى أطوار متأخرة فلو طعم مهماز الأنثى فى مضيف ذكر لنتج غالباً مهماز ذكر ، ولكن العكس ينتج ذكراً دائماً ، أى أن أثر المهماز يحدد فى صغير الدجاجة الذكر فى وقت لم يتحدد فيه فى الأناث بعد .

القسم الرابع

٨ — الساحات والتدرجات

إذا قطع حيوان بسيط (نوع من الديدان الشريطية) قطعاً مستعرضاً ، فقسم إلى جزئين يكون مؤخر الجزء المقدم ذيلا ومقدم الجزء المؤخرى رأساً ، ويمكن للجزء الذى كون رأساً فى حالة ما أن يكون ذيلا اذا اقترب القطع من مؤخرة الحيوان ، ويشبه ذلك ما يحدث فى اصلاح أطراف بعض ذات الذيل البرمائية Newt ، فاذا بتر طرف تكون زر اصلاح ، وينتج من هـذا طرف جديد ليس محدداً نوعياً فى بدء الاصلاح ، إذ لو طعمت جدعة ساق مبتور بزر اصلاح من ذراع لكون هذا ساقا إذا لوحظت السرعة الكافية فى إجراء العملية ، والعكس صحيح ، وليس النسيج مهيئاً فى أول الأمر ليكون طرفا ، إذ لو طعمت قاعدة ذيل بزر اصلاحى لنتج ذيل صغير إضافى ، ولا يستمر هذا الطور طويلا ، إذ أنه متى أصبح الزر الاصلاحى مخروطى الشكل يتحدد مستقبله ، وإذا طعمت به أى منطقة لتكون طبقاً لأصله وليس طبقاً للبيئة ، وهكذا ينتقل نسيج الاصلاح من طور المرونة إلى طور التحديد ، كما شوهد فى ساحات بويضة البرمائية ، وتتجلى من تجاريب الاصلاح وتلك التى أجريت على الأجنـة حقيقتان هامتان ، أولاهما

أن النسيج ليس محددا عنـد نشأته ، وقد يتباين إلى أنسجة أخرى مختلفة ، والثانية أن تقرير مصير النسيج الذى لم يحدد بعـد متوقف على وضعه النسبى لعوامل أخرى كمحور البويضة الأصلى فى بعض البرمائية ومدى بعده عن المعضون أما فى الديدان الشريطية السابق ذكرها ، فيتوقف على قطبية الحيوان بأكمله ونوع التباين فى ذات الذيل Newt فى عملية الاصلاح منوط بالبيئة المحليـة لزر الاصلاح ، ويختلف أثر هذه باختلاف مناطق الجسم ، وليست مادة زر الاصلاح المبكر محددة ، والظاهر أن السيطرة على التباين فى كل الحالات منوطة بما يسمى الساحة البيولوجية ، أو المـكسبة للشكل ، والعمليات المنوط بها اكساب الشكل مدرجة فى هذه الساحات ، ولذا سميت ساحات التدرج .

والساحة منطقة يؤثر فيها عامل ما تأثيراً متآزراً نتيجته احداث توازن فيها ، وإذا تغيرت شدة عملياته فى أى بقعة تغـير التوازن كله ، فهو وحدة تضطرب بأجمعها ، وليس بذى رقع إذا أزيل بعضها استعيض عنه بغيره بلا اضطراب فى مجموعه ، ولم تعرف للآن العوامل الفعالة فى هذه الساحات ، وتتدرج العوامل كمياً فى الأنواع التى درست محدثة تدرجا مرتفعاً عند أحد طرفيه ، ومنخفضاً عنـد الأخر ، ويتفق مع المحور الطولى للـكائن ، وقد يكون التدرج مزدوجا أى مرتفعاً عند طرفيه ، كتدرج التكور المعوى المبكر فى البرمائية ، وقد يكون ذا مركز ، ويظهر فى هذه الحالة أنه منوط به تركيز مادة كيمائية خاصة كأقراص الأطراف فى ذات الذيل والصفيحة العصبية ، وآثار الحويصلة السمعية وربما العدسة ، ولم تزل آلية عمل الساحات مجهولة ، غير أن فرض وجودها وسيلة لفهم نقط كثيرة فى اكتساب الشكل ، وهاك بعض خصائصها المستقاة من دراسة ظاهرة الاصلاح .

(١) فى حالة الاصلاح التـام لجزء من الجسم ، تتوقف النتيجة على قطبية الجزء ، فهو يحتوى بعضا من الساحة العـامة للفرد ، ويصبح ذلك البعض بعـد قطعه ساحة تدرج منفردة بها العوامل المحـددة للقطبية ، ولم تزل مدرجة من

قمتها لقاعدتها . (٢) أصل القطبية منوط بعوامل خارجية ، فقد تنحدر إلى الجزء الذى يتتابه الاصلاح من قطبية الجنين ، وسبب هذه كما نعلم عوامل خارجة عن البويضة ، أو تكتسب تحت تأثير العوامل الخارجية المؤثرة على الجزء بعد فصله ، ويمكن إبادة الساحة الأصلية المسببة للتقطب الأصلى ، واحلال أخرى مكانها ، فلو وضعت قطع من ساق بعض السيلونتراتا فى سوائل مخدرة ، لا تحل تباينها ولو أعيدت إلى ماء البحر لحل فيها التباين ، واكتسبت قطبية جديدة عمودية على الطبقة التى تستقر عليها ، وربما كان سبب ذلك تركيز الأوكسيجين فى المنطقة البعيدة عن الجدران ، وقد لا يحوى الجزء المفصول شيئا ما من الساحة الأصلية ، فلا تكون له قطبية ، وتظهر هذه مع ذلك بفضل التفاوت فى عوامل خرجية ، كما فى الأوكسيجين مثلا ، ويشبه هذا تحديد المحور الأصلى فى البويضة الأولى . (٣) تتكون الرأس أولا فى عملية الاصلاح ، وتصبح مستقلة عن موقع القطعة ، وعن ما قد يتكون من المناطق الأخرى ، ويظهر ذلك جليا فى عملية لاصلاح فى بعض الديدان (الحلقيات) حيث تتكون فى كثير منها رأس ذات عدد ثابت من المقاطع عند السطح الأمامى للقطع ، ويختلف عدد المقاطع باختلاف النوع ، وتتعين فى جميع الأحوال منطقة القمة النهائية ، وتكتسب حجما معيناً يختلف باختلاف القطعة ، وباختلاف الظروف الخارجية ، ومتى تحددت هذه المنطقة تعينت المنطقة التالية لها ، وهكذا إلى أن ينتهى تعيين كل القطعة ، وقد تبتدئ هذه العملية عند الطرفين ، وتؤثر الظروف الخارجية على حجم القمة إن كانت غير طبيعية ، فتقلصه البرودة وتزيده الحرارة لدرجة محدودة ، ولا تتكون القمة قطعا إذا تخطينا درجة معينة من البرودة أو تركيزا محددا لمخدر (٤) تؤثر منطقة القمة على المناطق الأخرى الكامنة فى القطعة نفسها تأثيرا محدودا وأطلق عليها (تشيلد) اسم المنطقة المسيطرة ، وقد تخلق ساحات معينة المدى تسيطر عليها هذه المنطقة لتحقيق عمليات اكساب الشكل ، وهذه العمليات متوافقة ، إذ هى

مسببة بالساحة المتكونة ، ويمكن تغيير مدى هذه الساحة التى تسيطر عليها منطقة القمة تجريبيا ، فتنقص المخدرات حجم الرأس مثلا فى بعض الديدان ، وتسيطر الأهداب القمية فى بعض السيلونترانا ، ويتوقف حجمها على المسافة بينها وبين الأهداب القاعدية ، كما يمكن تغييره بالتجربة فقد اختزل طولها فى النوعين بقدر ١٢ ./٠ بغمسها فى محلول سيانور البوتاسيوم ، وبقدر ٢٣ ./٠ إذا غمست فى محلول أقوى (٥) يتوقف تباين المناطق (ماعدا القمية) على مؤثرات منبعثة من مناطق قمية نسبية ، فلا يتكون مثلا بلعوم جديد من منطقة تقع فى مؤخر البلعوم فى قطع من بعض الديدان الشريطية إلا إذا تكونت رأس فى مقدمتها ، بينما تقوى قطع أخذت من مقدمة البلعوم على أن تكون بلعوما فى غيبة الرأس فالقدرة على التعضون ليست كامنة فى نسيج خاص نوعى ، بل هى حالة وظائفية ، تختلف قدرتها كميا باختلاف شكل التدرج ، ويحرض تنبيه عام كعمل شق مثلا على تكوين پوليپ فى بعض السيلونترانا ، ويكتفى بشق واحد لإحداث ذلك فى منطقة القمة ، بينما يجب عمل عدة شقوق عند القاعدة للوصول للغرض نفسه ، وتبين هذه التجربة العلاقة بين تأثير المنطقة المسيطرة وبين التنبيه الوظائفى العام وتعضد الرأى القائل بأن قدرتها متوقفة على نشاط وظائفى . (٦) تثبيط المناطق القمية نسبياً للمناطق التالية لها ، ويتناول هذا التثبيط النشاط العام والتباين ، وعملها مزدوج إذ تثبط ظهور مناطق قمية أخرى فى الساحة وترغم الأنسجة على تكوين أعضاء طبقا للتدرج الشكلى الذى بعثته فى الساحة ، والتثبيط على نوعين شكلى وغذائى ، وتمدنا بعض الديدان الشريطية بأوقع حالات السيطرة الغذائية ، وتتوقف هذه على درجة نمو المنطقة القمية ، وتدل الشواهد على أن وجود الجزء المقطوع لا يكفى لبدء عملية الاصلاح ، بل لابد أن تكون لهذا السطح علاقة خاصة بالتدرج الكامن فى القطعة كوحدة (٧) تظهر مناطق قمية جديدة ،

بفضل ما أسماه « تشيلد » الانفصال الوظائفى ، فإذا خرج نسيج عن نطاق تأثير منطقة قمية لنشأت فيه منطقة جديدة ، مع ولو أنه ما زال فى استدامة طبيعية مع باقى الكائن ، والطريق العادى لإحداث ذلك هو استمرار النمو ، ففى بعض الديدان الشريطية تظهر رأساً جديدة على بعد معين من الرأس القديمة ، وينفصل الجزء المسيطرة عليه الرأس الجديدة عند ما تصل المسافة إلى قدر معين .

قد تجد مضاعفات فى عملية الإصلاح فى الديدان وغيرها فيحدث الإصلاح ذو المحور بين منطقتين قميتين فى طرفى القطعة ، و يندر أن يتكون ذيلان ، وقد لا تتكون أحياناً قمة فى عملية الاصلاح وتزداد النسبة هنا كلما ازداد بعد مقدمة الجزء عن مقدمة الجسم الأصلى وتتوقف هذه المضاعفات على عدة عوامل : (١) قدر ساحة التدرج الأصلية الكامنة فى الجزء المقطوع . (٢) خلاصها من تثبيط المنطقة المسيطرة القديمة . (٣) عملية القطع نفسها التى تنتج ازديادا فى النشاط هو أشد ما يكون بالقرب من السطح المقطوع . (٤) عوامل خارجية تؤثر على الأنسجة القديمة والجديدة المتكونة عند القطع .

(٨) وتتلخص الحقائق المعروفة هنا بالقول بأن حدوث الاصلاح أو عدمه ونوع النسيج الناتج متوقف على الموقع النسبى للسطح المقطوع فى ساحة التدرج الأصلية ، وعلى شكل انحدار التدرج الناتج بين الأنسجة المتكاثرة عند السطح المقطوع و بين باقى الجزء ، وتنتج عادة ساحة ما نسيجاً خاصاً بها وسبب ذلك تثبيط المنطقة المسيطرة الذى يحول دون تكوين مناطق أخرى مسيطرة ، ومن خصائص التدرجات اكتساب بقعة ما قدرة على ابتداء التباين ، فتسيطر هذه وتثبط ما عداها ، وهذا ظاهر فى زر طرف ذات الذيل إذ لو أزيل قرص الطرف وطعم به جانب الحيوان نفسه ، يكون طرفاً مستقلا إذا كان بعده عن الوضع الأصلى كافياً أما إذا كان فى نطاق ٣ كتل بدنية من وضعه الأصلى فإنه يخضع

لسيطرة الطرف الناتج من الأثر الباقى بعد الإزالة ، ولذا يمتص ثانية وحصل على نفس النتائج من تجاريب على عديمة الذيل ، و إذا طعم بقرص الطرف أجمعه لتكون غالباً طرفان أو ثلاثة ، أى أن الساحة التى تنتج عادة مجموعة واحدة من الأنسجة تستطيع تحت تأثير عوامل أخرى مختلفة أن تنتج مجموعتين أو أكثر ولهذه الظاهرة قيمتها فى تأويل حالات مختلفة فى التكوين الجنينى كما سنرى فى الباب التالى ، وتنص آراء جوتش على حدوث هجرة مقطبة فى الخلايا أثناء عمليات الاصلاح أى أن هناك نوعاً من التحديد الآلى ، ويشبه عمل الأنسجة المطعم بها عمل معضون البرمائية ، ولكنه يختلف عنه فى طريقته إذ ينبه عمليات توجيهية فى النمو. (٩) إن أثر العوامل الخارجية على ساحات التدرج والعمليات المكسبة للشكل اللازمة لها تفاوتى دائماً ويستدل على ذلك بما يشاهد من : (١) تثبيط تفاوتى . (٢) تنبيه تفاوتى . (٣) تكييف تفاوتى فإبراء تفاوتى فلو استعملت عوامل مخمدة لا يسمح تركيزها بالتكييف لتأثرت أكثر المناطق نشاطا بدرجة تفوق غيرها فتصبح الرؤوس المكونة فى عملية الاصلاح فى الديدان الشريطية صغيرة الحجم وشكلها غير عادى ، وتحول محاليل المخدرات القوية دون تكوين الرأس أصلا ، أما التنبيه التفاوتى فعلى عكس ذلك تماماً ولو أننا لا نشاهد مثل تلك المفارقات العظيمة ، ويتبين فى الحالة الثالثة عظم قدرة المناطق الكثيرة النشاط على التكييف أبان الظروف المناوئة لها ، وتظهر تكويناً تفاوتياً بعد مضى وقت ما أما إذا كان المخمد أقوى من ذلك فلا يحدث التكوين التفاوتى أثناء وضع الديدان فى المحلول بل بعد نقلها إلى الماء ، ويعتبر هذا إبراء وليس تكييفاً . .

(١٠) نشير هنا إلى الاصلاح الجزئى فى الساحة الموضعية ويتبين منه أن الأنسجة المختلفة فى منطقة الاصلاح لاتنتج حتما من تكاثر مناطق مماثلة فى الساحة القديمة ، ولكنها تحدد طبقاً لتدرج ممتد من المنطقة القديمة إلى المادة المتكاثرة فى الاصلاح

الجزئى (طرف مبتور أو ذيل) لا تؤثر الأنسجة الجديدة شكلياً على أنسجة الجدعة القديمة ، و إذا حدث كما هى العادة إصلاح تام فإن سببه نمو جديد أى أن الأنسجة التى أزيلت يجب أن تنمو من جديد ، وقد برهن هذا بعملية الاصلاح فى أطراف البرمائية ، وثبت أيضاً أن غيبة بعض الأنسجة أو إبدال نسيج بآخر لا تؤثر على عمليــة الاصلاح العادية فى الطرف فلو أزيل هيكل ذراع أو فخذ فى ذات الذيل ثم قطع الطرف بعد ذلك فى اتجاه مستعرض فى هذا الموضع لحوى الجزء المــكون بالاصلاح هيكلا طبيعياً بينما لا تصلح الأجزاء المفقودة فى الجدعة و إذا أزيلت بشرة طرف واستبدلت بغطاء من نسيج رئوى ، ثم قطع الطرف مستعرضاً بعد عملية البرء لظهرت بشرة طبيعية فى الجزء المــكون بالاصلاح رغماً عن عدم وجودها فى الجدعة ولا يمكن تأويل هــذه الحقائق إلا بنظرية الساحات ويحدد مصير النسيج المــكون بالاصلاح موقع التدرج النسبى وليست أنسجة السطح المقطوع النوعية ، ويحدد الجزء الذى يتناوله الاصلاح كساحة تتوازن عواملها المــكسبة للشكل مع تلك المستترة فى الجدعة أى أن الساحتين يكونان وحدة ، ولما كانت الأولى تحوى أنسجة غير متباينة فإنهــا تتصرف فى تغييراتها المــكسبة للشكل كساحة ذات استقلال ذاتى لها حد قاعدى نشأ من موقع القطع و يظهر أن المناطق القاعدية فى الطرف هى المسيطرة ، وتشبه من حيث عملها فى ساحة التــدرج المناطق القمية للجسم كله فى الحيوانات التى تقوى على الاصلاح فيمكن لجزء صغير من الساحة فى مثل هــذه الحالات أن يؤثر شكلياً على المواد المتكاثرة من السطح المقطوع حتى ولو طعم بهــا مركز آخر من الجسم و إذا طعم مكان ما بقطاع من الطرف بعد عكس موضعه (الجزء الأعلى بعيــداً عن الجسم) فإن السطح الطليق لا يسبب عملية الاصلاح للمناطق العليا ، بل يحدث أنسجة تمثل تلك الواقعة أسفل القطع ، مع أن هذا يؤدى إلى ازدواج مناطق الجدعة و يجعل

هذا التعليل السابق ذكره عرضة للنقد و يتعلق التأثير المكسب للشكل بخصائص النسيج المتباين عند السطح المقطوع .

لا تعرف العلاقات الزمنية لبعض هذه العمليات ولا تعرف الطريقة التى تؤثر بها المنطقة المسيطرة على باقى الساحة وها هى تجربة تظهر قيمة التفاوت السكى وتساعد على فهم مسألة التحديد فى عملية الاصلاح فإذا قطع الخمس المؤخرى من بعض حلقيات الماء العذب لظهرت رأس فى ٩٠ — ٩٥ ./· من الأحوال و إذا أخذت قطعة صغيرة يتفق مقدمها مع مقدم الخمس المذكور فى الموقع لظهرت الرأس فى ٢٠ — ٣٠ ./· من الحالات ، وليس للحجم أثر فى ذلك إذ لو أخذ الخمس المذكور وأزيل منه جزء كبير بحيث يساوى الباقى ما أخذ فى العملية الثانيــة لظهرت الرأس فى ٧٠ ./· من الأحوال إذا مرت ٢٠ ساعة على الخمس قبل إزالة الجزء منه وهناك حقيقة أخرى عن ساحات التدرج فى اللافقريات الدنيئة البالغة وتختص هذه بالتدرج المزدوج الذى درسه تشيلد فى الديدان الحلقية حيث الرأس والذيل منطقتان حساستان كما ظهر باستعمال المحاليل السامة ، ولكن تختلف العمليات فى هـذين الجزئين ، فالتدرجان مختلفان نوعياً يؤثر أحدهما على الآخر ويؤدى ذلك إلى تقسيم ساحات التـدرج إلى نوعين فى الأول منهما توازن آلى مسيطر على العمليات المكسبة للشكل ، و إذا أزيل فيه جزء لتناوله الاصلاح إذا كان النمو ممكناً كما لا تؤثر المنطقة المسيطرة فيه بفضل اتصالها المادى كما فى حالة المعضون بل تؤثر عن بعد إذ تتكون ساحة جامعة ، و يسمى النوع الآخر بالساحات ذات الأثر الثانوى إذ تخلق الساحة وتؤثر بفضل تركيز متدرج لمواد كيمائيــة تتوقف عليها نتائج خاصة لاكساب الشكل ، وينتمى التدرج البطنى الخافى فى البرمائية إلى هذا النوع ، ويثبت ذلك الرأى أن التحريض يحصل بالملاصقة وأن المواد المنبهة تستمر فى التأثير وأن ليس هناك ما يدل على وجود توازن

يعد قيام ... [illegible]

أو تشبع فى منطقة المعضون ، وتحتاج هـذه النقطة الأخيرة إلى إيضاح ، فساحة المعضون الكاملة فى الطيور تحرض على تكوين القناة العصبية ، وأعضاء أخرى فى بشرة جنين آخر فلم تتركز قوى الخط الأولى فى تكوين ساحته الخاصة كما كان ينتظر لو أن التعضون كان مسألة توازن بين القوى المكتسبة للشكل فى المعضون والأنسجة المجاورة مما يحدث فى عملية الاصلاح فى الديدان الشريطية و ينتمى التدرج الأولى فى بويضة البرمائية للنوع الأول ، ولـكن يؤدى وجوده إلى تراكم متدرج فى المح ومواد أخرى ، و يؤثر هذا على عملية التكوين ، وهذه المواد خامات فقط ، وقد تكون فى بعض التدرجات الأولية الأخرى مواد مكونة للأعضاء على غرار هذه ، وربما تكونت فى الساحة مواد لا أثر لها على التكوين ، أى أنه لا يحدث أثر ثانوى للساحة ، وتعتبر هـذه ساحات ذات أثر غير مباشر بلا نتائج ثانوية ويعد منها تراكم المواد الملونة المدرج فى بعض الأعضاء ، و يظهر أن ساحة تدرج المعضون فى البرمائية ذات أثر ثانوى ، وقد تؤثر كالنوع الأول قبل التكور المعوى أما الساحات الفرعية كساحات أطراف البرمائية ، فتأخـذ بنصيب من طريقة عمل النوعين .

٩ — الساحات والتدرجات فى التكوين الجنينى الطبيعى

يتناول هذا الباب إيضاح المبادىء المختلفة التى سبق ذكرها بأمثلة من التكوين الجنينى لأنها بنيت على تجاريب الاصلاح والتطعيم فى حيوانات بالغة .

١ — التقطب والمحور الأساسى فى الجنين الناتج . تنطبق القاعدة الأولى على التكوين الجنينى فالبويضة جزء من الأم ظهر تقطبها قبل أن تنفصل عنها وينتج غالبا المحور النباتى الحيوانى فى البويضة المحور المقدم المؤخر فى الجنين بحيث تتكون الرأس عند القطب الحيوانى .

٢ — تحديد القطبية بعوامل خارجية — ذكرت أمثلة تبين أن تقطب البويضة الأولى محدد بعوامل خارجية إما فى المبيض أو بعد التلقيح ، وتنطبق هذه القاعدة بصفة عامة على كل البويضات المتكونة ، وينــدر التغلب على القطبية الأصلية بفعل عوامل خارجية ، وكـذا إزالتها ، ولـكن هناك أمثلة تلفت النظر من ذات الجلد الشائك ، فلو قطع جزء من البويضة قـبل تلقيحها فى بعض هذه الـكائنات ، ثم لقحت بعد ذلك ، لـكان مستوى الانقسامين الأوليين عموديا على السطح المقطوع ، ويبدأ الانغماد فى مركز ذلك السطح ، ويتجه عموديا عليه ، ويستنتج من ذلك أن قطبية القطعة ، وبالتـالى محور العلقة المقبلة قد حددا طبقاً للقطع وليس بالنسبة لتقطب البويضة الأصلى ، ويظن أن القطع ينبه السطح ، فيزيد نشاط البروتوبلاسم ، ويتدرج هذا النشاط المتزايد فى القطعة ، ويقوى ذلك التدرج على التغلب على التدرج الأصلى للمنطقة ، ولا يقوى التشويه النـاتج من الأمخاض فى بعض ذات الجلد الشائك على تغيير التقطب الأصلى .

٣ — استقلال المنطقة المسيطرة فى التكوين — يصعب الحصول على أمثلة لذلك فى التكوين الجنينى ، ولـكن إذا ما استطاع الجزء الحيوانى والنباتى أن يعيد كل منهما تعضونه ليـكون حيوانا كاملا ، كما يحدث فى بعض السيلونترانا ، فإن الأجزاء الواقعة على خط استواء البويضة فى مركز التدرج ، ومكونة منطقة فرعية تصبح حتما منطقة مسيطرة فى النصف النباتى ، متحكمة فى ساحة التدرج الجديدة فى المنطقة ، وثم ظاهرة غريبة وهى تكوين حبل ظهرى ، وجرثومية وسطى من مناطق مختلفة المصـير فصلت من التـكور الجرثومى فى ذات الذيل Newt ، ويعلل ذلك بنفس التعليل السابق متى علم أن فصل منطقة معناه أبعادها عن أثر أخرى مسيطرة عليها ، وسبق أن رأينا أن مثل هذه الأجزاء

تكون فى الديدان الشريطية ، وغيرها منطقة مسيطرة بالتباين الذاتى ، أما المعضون فى التكور الجرثومى فى البرمائية Newt ، فهو المسيطر الذى يتباين ذاتياً إلى حبل ظهرى وجرثومية وسطى ، أما المناطق الأخرى فتقع تحت سيطرته وعلى هذا الفرض إذا فصلت قطعة ما فإنها تصبح منطقة مسيطرة ، وتتباين طبقاً لذلك ، وهناك صعوبة فى تعليل الحالات التى تؤدى إلى تكوين نسيج يختلف عن المعضون ، وعن مصير الجزء العتيد أيضا ، ويلاحظ أن فى البرمائية تدرجين يؤثر أحدهما على الآخر .

٤ — الأثر التهذيبى للمنطقة المسيطرة على الأجزاء الأخرى — إن الحال فى التكوين أكثر تعقيدا من أمثلة السيلونترات السابقة الذكر فى عملية الاصلاح ، إذ يشع النشاط المعضون من النقطة العليا لتدرج ثانوى تكون بعد التلقيح ، وتتوقف النتائج المكتسبة للشكل على تبادل العمل بين هذا وبين الساحة الأصلية للبويضة الأولى (الحيوانية النباتية) ، وقد برهنت التجاريب التى أجريت على ذات الذيل Newt العلاقة بين ساحة التدرج لمنطقة مسيطرة ، وقدرا من النسيج يمثل مدى مختزلا من الساحة ، حيث قبض التكور المعوى إلى جزءين : بطنى وخلفى ، فأصبح طول التدرج نصف ما كان عليه ، ونتجت ثنايا عصبية صغيرة نسبيا ، وسيذكر مثل من قنفذ البحر فيما بعد .

٥ — تبادل العمل بين التدرج الأولى والثانوى — هناك تدرجان مختلفان نوعياً فى تكوين البرمائية المبكر ، يقع أحدهما على محور البويضة الأصلى ، والآخر ذو منطقه مسيطرة هى المعضون ، ويحدد الأولى عند نمو البويضة فى المبيض وأثبت وجوده بالتجربة ، أما الثانى فيظهر بفضل التلقيح ، وهو نوعى حيث أن الشفة الخلفية هى القادرة على القيام بوظيفة المعضون ، إلا أنه كمى من جهة أخرى ، فسرعة الانقسام فى المناطق الخلفية من التكور الجرثومى والمعوى

المبكر أكثر منها فى الجزء البطنى ، كما يستدل عليه من حجم الخلايا ، وبرهنت التجربة على وجود تدرج خلفى بطنى ، يبتدىء من منطقة الهلال الرمادى ، ويتناول النشاط العام للجنين ، والشبه بين المنطقة القمية والمعضون كبير جداً ، غير أن الأخير يختلف فى كيفية عمله عن الأولى ، فهو كيمائى يحتاج للملاصقة لإظهار أثره والتدرج الخلفى البطنى فى البرمائية ذو تأثير ثانوى ، والتحديدات المتقلقلة الموجودة قبل التكور المعوى نتيجة تأثير حدث عن بعد ، وتشبه فى ذلك نتائج عملية الاصلاح فى رأس الديدان الشريطية ، وتتوقف النتيجة فى البرمائية (التعضون المكتسب للشكل فى الجنين) على تبادل العمل بين قوى الشفة الخلفية المعضونة وبين التدرج الأولى (القمى القاعدى) ، وأهم ما يقوم به التدرج الخلفى البطنى من الوجهة الفسيولوجية التكوينية ، هو تحضير مادة نوعية محرضة مركزة فى الشفة الخلفية ، وتعمل كمنبه يوقظ تباينها وتباين الأنسجة الأخرى ، أما التدرج القمى القاعدى ، فيخلق ساحة تعمل على جعل أثر المعضون مختلفاً فى مختلف المواقع ، وقد تنتج كل مجموعة نتائج بسيطة تضاد طبيعتها عملها الأساسى فتكون المنطقة القمية دماغا دائما ، ولكن يجب أن لا يتخطى قدر المح « حداً معلوماً ليكون الدماغ طبيعيا » وكذلك الدهن ، وهكذا تتعاون النتائج الغير مباشرة للتدرج الأولى مع نتائجه المباشرة ، ويمدنا موضع الهلال الرمادى بمثل هام لهذه الحالة ، فيحدد الحيوان المنوى بدخوله الخط الطولى له ، بينما يتوقف خط العرض الذى يستقر عليه على أحوال التدرج الأولى التى يمكن تهذيبها تجريبيا ، فتعريض بويضة ضفدعة لعوامل محددة (كلورور الليثيم) فى طور الانقسام المبكر يؤدى إلى وضع الشفة الخلفية أقرب للقطب الحيوانى عنها فى الحالات العادية ، وربما كان الوضع فوق خط الاستواء ، ويحدث مثل هذا التعاون فى ذات الجلد الشائك ، إلا أن نقطة التدرج الثانوى العالية مستقرة

فى النصف النباتى ، وثم أمثلة لتباين المنـاطق الفرعية التابع لتأثير المعضون المسيطر الذى يتعاون مع التدرج الأولى ، وهى ظاهرة فى البرمائية حيث تتكون أجنة ثانوية بعد تطعيم المعضون أو تكوين قطع غير المعضون أخذت من أجنة قبل منتصف التكور المعوى طبقاً لموضعها الجديد وليس كمستقبلها العتيد فى ذات الذيل حيث تـكون جزءاً من الرأس والفك يتوافق مع باقى العلقة ، ويتباين هذا الجزء إلى أنسجة خاصة بعديمة الأذناب ولا وجود لها قطعا فى ذات الذيل .

٦ — تأثير المناطق القمية نسبياً على غيرها — تتبين هذا من تجربة أجريت على قنفذ البحر فى طور ٣٢ خلية ، وقد سبق وصفها فى باب ٥و٦ حيث ظهر أن القرص القاعدى من الـكتل الصغيرة يحرض على التكور المعوى ، وإذا أزيل هذا يقوم القرص الذى يليه بنفس العملية ، ويكون الجزء النباتى تكوراً معويا خارجيا تنقصه الأنسجة القمية كالأهداب والفم ، ويتوقف تكوين علقة متناسبة على وجود بعض من مادة القرص النباتى التى تقوم بوظيفة المعضون ، وهذا منوط عادة بالـكتل الصغيرة ، فلو طعم بهذه موضع غير عادى لحرضته على التكور المعوى ، وأحدثت مجموعة ثانوية من أعضاء أساسية ، وتكسب الأنسجة المجاورة شكل العلقة ، وتجعلها متوافقة مع الشكل الجديد الناتج من التطعيم ، ولا تقتصر هذه القدرة على الـكتل الصغيرة ، إذ ظهر أنه فى حالة إزالتها تقوم الخلايا النباتية التالية لها بعملها ، والمعلوم أن أملاح الليثيم تحرض على التكور المعوى الخارجى ، فى ذات الجلد الشائك ، أى أنهـا تعضد القوى النباتية ، فمن المهم إذن مشاهدة تحريض هذه الأملاح على التكور المعوى ، وتنبيه خصائص المعضون فى النصف الحيوانى المنفصل ، كما سنرى بعد ، ويتوقف تكوين علقة تامة على التوازن بين المادة النباتية والحيوانية ، وقد أمكن دراسة ذلك كمياً ، فإذا زادت مادة القطب الحيوانى أدى ذلك إلى تكور معوى مشوه ذى أعضاء

قمية غير طبيعية الحجم ، وإذا زادت المادة النباتية ، نتج تكور معوى خارجى واختزل نطاق الساحة المهدبة ، ويمكن الحصول على علقتين كاملتين بقطع عمودى على محور البويضة ، بشرط المحافظة على التوازن بين قوى الجزء الحيوانى والنباتى ولا تحتاج أهمية هذه التجاريب لتأكيدها ، وهى تدل على أن الخصائص المكسبة للشكل فى المعضون فى ذات الجلد الشائك مركزة عند أحد طرفى التدرج ، وأنها ليست مقصورة على نسيج خاص ، وأنها تضعف تدريجيا كلما بعدنا عن القطب النباتى ، وتتوقف كمية التعضون على اختلاف الوضع النسبى عبر التدرج الأصلى بين المادة المعضونة والمادة التى سينتابها التأثير وعلى القدر النسبى للمادتين .

٧ — أثر المنطقة المسيطرة التثبيطى على أجزاء أخرى — يمدنا التكوين المبكر فى قنفد البحر بأحسن مثل على ذلك حيث يثبط المعضون تكوين الأهداب الطويلة فى التكور الجرثومى المتأخر والمعوى ، ويستثنى من ذلك ساحة صغيرة عند القطب القمى ، وتنتشر تلك الأهداب فى غيبة المعضون على معظم سطح التكور الجرثومى إن لم يكن كله ، ولا يوجد فى التكوين الجنينى أمثلة لحالات امتصاص منطقة تابعة بفعل منطقة مسيطرة . أما امتصاص الأعضاء فى عملية المسخ فى البرمائية فظاهرة أخرى ، ومع ذلك فقد ينتج التثبيط التفاوتى تغييراً فى حجم الأجزاء النسبى كما سنرى بعد .

٨ — الانفصال الوظائفى وتعدد أوجه القوى فى ساحات التدرج : يمكن فى كثير من الأنواع الحصول على أكثر من علقة واحدة طبيعية ، وذلك بتجزئة الأطوار المبكرة تجزيئاً مناسبا . ولقد سردت أمثلة كثيرة على ذلك ، منها تقسيم البويضة الغير ملقحة ، ثم تلقيح الأجزاء بعد ذلك أو فصل الكتلتين الجرثوميتين الأوليتين أو إحدى كتل الطور ذى الأربع خلايا ، وأحيانا ذى الثمانى خلايا أو بقطع وتجزئة التكور الجرثومى ، وربما كان أهم تلك الأمثلة

إحداث ازدواج مشوه من بويضة الضفدعة المقلوبة . أما امتزاج بويضتين ليكونا جنيناً واحداً فنتيجة عكسية لنفس تلك المبادئ ، وكما نحصل على طرف ذى فرعين بالإصلاح بعد إجراء العمليات (شق أو شقوق غائرة فى أثر الطرف) ، كذلك يمكن الحصول على جنين ذى رأسين Newt بقبض جزئى فى طور الخليتين ، ويمكن تجزئة معضون البرمائية والتطعيم به ليحدث عدة أجنة كما تحدث ساحة الطرف عدة أطراف إما بالتطعيم بها وإما بعمل قطاعات غائرة فى زر الطرف المبكر . وقد أمكن جعل مقدم بعض الديدان الشريطية يكون رؤوساً عديدة بفضل قطاعات غائرة .

تكون البويضة الملقحة فى الفقريات الكثيرة المح ، وفى كل الثدييات أنسجة لا تساهم فى تكوين جسم الجنين كالبشرة الجرثومية خارج الجنين فى الطيور والزواحف وجرثومة التغذية فى الثدييات ، والظاهر أن معضونها لا يقع تحت تأثير معضون الجنين ، وقد تطرح خارج الجسم كما فى الكوريون وجرثومة التغذية فى ذات الأمنيون وتكون فى حالات أخرى (الكيس الصفارى) جزءاً من الجسم (المعى) ، ويظن أن أنسجتها تنمو بسرعة سلمت معها من تأثير المعضون ويلاحظ أنه إذا عرض بيض الدجاجة لحرارة منخفضة تكونت بشرة جرثومية عديمة الأجنة ولكنها عظيمة النمو . أما المسألتان الثامنة والعاشرة فى الباب السابق فلا أهمية لهما فى التكوين الجنينى العادى ؛ إذ تنطبقان على حالات الإصلاح فقط .

يوصلنا هذا إلى بحث مسألة التوائم ، ويصح التمييز بين الحالات التى يحدث فيها الانفصال بين التوأمين فى طور الانقسام والحالات التى يحدث فيها ذلك فيما بعد ، ويرى فى النوع الأول أحياناً انقسام متكرر وغير منتظم ويؤدى هذا إلى الانفصال ويحدث ذلك مبكراً فى عملية الانقسام ، وتوجد هذه الظاهرة فى

بعض الحشرات حيث تتكون عدة أجنة من بويضة واحدة وذلك بانفصال كتلها الجرثومية أو مجاميع من هذه الكتل وتعليل ذلك غير مستطاع ، ويمكن القول أن الانقسام يحدث فى هذه الحشرات داخل كتلة حية من أنسجة علقة الفراش التى تفترسها الحشرة ، ونذكر بهذه المناسبة أنه إذا طعم تجويف بدن ضفدعة ببويضة ضفدعة أخرى ملقحة لتغير الانقسام ، وانفصلت الأجزاء وأخذت فى إحداث تكوين مستقل ؛ وقد يعاق الطور المبكر للانقسام صناعياً فى حالات أخرى ويؤدى ذلك إلى إحداث جنين مزدوج مشوه أو عدة أجنة يتكون كل منها من كتلة جرثومية أو مجاميع لكتل جرثومية فصلت وظائفيا أو طبيعياً وينتمى لهذا النوع ازدواج الامفيوكس المشوه الذى ينتج من قلب وضع الكتل الجرثومية ، وكذلك فى السمكة النجمية بفضل تكوين عذرى ذاتى نتيجته تكوين شبه مستقل يتناول الكتلتين الجرثوميتين فى طور الخليتين ، ويجوز أن نذكر هنا تلك الحالات المجهولة السبب التى تكون فيها بويضات الأسماك والطيور المليئة بالمح بشرثين جرثوميتين ، وإذا ضيقنا مجال نظرتنا الموضوع فإن التوائم تنتج من انقسام ذى شعبتين لا يتناول الأطوار المبكرة جداً فى الانقسام بل يحدث بعد ذلك ، ويؤدى هذا إلى انقسام جنين واحد إلى إثنين أو أكثر ، وينتمى إلى هذا النوع توائم أرماديلو (٤ أو ٨ أجنة) وبعض الثدييات الأخرى بما فيها الإنسان والطيور وديدان الأرض (ازدواج تشوهى فى الحالتين الأخيرتين) ، وفى الضفدعة بعكس البويضة تجريبياً ، وفى السمكة المنقوشة بفضل تعريض البويضة للبرودة أو ندرة الأوكسيجين ، وفى أنواع أخرى بفضل التلقيح بحيوان منوى من نوع آخر أو كنتيجة للزحام وطور التكور المعوى المبكر هو الطور الحرج الذى يحدث عنده الانقسام فى جميع حالات التوائم التجريبية فتنقسم المعى المنغمدة فى بويضة الضفدعة المعكوسة آلياً إلى قسمين كما

ذ كر سابقا ، ويشبه ذلك إحداث ازدواج مقدمى بقبض البويضة فى مستوى التماثل الجانبى . وقد يرجع سبب تكوين التوائم فى حالات أخرى إلى الانقسام الوظائفى إلى شعبتين ، وليس الانقسام الآلى وتتأثر دائماً قمة التدرج ، وتشجع كل العوامل التى تعبث بالتقطب عن طريق إقلال نشاط القمة وفرطحة التدرج على تكوين التوائم . وقد يزدوج محور التقطب فى بعض الأسماك بفضل البرودة أو قلة الأوكسيجين ويبطئ تكوين المشيمة فى أرماديلو نسبيا إذا قورن بالثدييات الأخرى أى أنه تأخر إقرار منبع الغذاء والأوكسيجين للجنين ، ويحدث ذلك قبل ظهور الخط الأولى مباشرة ، ويوافق هذا طور التكور المعوى المبكر وربما كانت البرودة التى تتعرض لها البويضة فى الطيور مابين وضعها وتفريخها سبباً فى تكوين جنينين من بشرة جرثومية واحدة ، وذلك بإيقاف التكوين عند طور موافق للتكور المعوى المبكر ، ويناط تعليل التوائم وإبدال محور التقطب المفرد بمحورين مستقلين بالتدرجات المحورية فتقلل العوامل المخمدة المؤثرة على قمة التدرج من نشاط هذه القمة فيصبح أقل مما يجاوره من مناطق هى متماثلة الوضع بالنسبة للنقطة القمية فى تلك الأنواع التى تمثل الساحة الجنينية فيها صفيحة مسطحة أو بشرة جرثومية كما فى الأسماك والطيور والثدييات ويعضد هذا التعليل ماينتاب بعض الديدان الحلقية من ازدواج مقدمى ومؤخرى ؛ إذ أن بها تدرجين أحدهما مقدم والآخر مؤخر كما سبق القول ، ويحدث الازدواج غالبا عند طرفى الدودة ويندر حدوثه فى المنطقة الوسطى . أما اندغام الأعضاء المزدوجة عبر الخط الأوسط فظاهرة عكسية لتكوين التوائم ترى فى مفرد العين ومفرد الأنف ، وقد ظهر بالتجربة أن المغضون فى البرمائية يسبب ازدواج الأثر فى ساحة العين كما أشرنا من قبل ، ولكن تعليل ذلك لايزال غامضاً .

٩ — نتائج قابلية التأثير التفاوتيـة : يحدث تهذيب عظيم فى التكوين

الطبيعى لبويضات بعض الديدان الحلقية ، وذلك بتطبيق قواعد النشاط التفاوتى عليها ، ودلت التجاريب التى أجريت على بعضها على أن النصف الحيوانى أكثر نشاطا عند البداية ثم يخلفه الجزء المؤخرى فى ذلك إذا ما استطالت العلقة وإذا غمست البويضات المتكونة فى محاول مثبط (سيانور البوتاسيوم) عند طور التلقيح أو ما بعده لظهرت أنواع من الحلقيات صغيرة الرأس والمؤخرة ، وإذا استمر الغمس لمدة ١١ ساعة بعد التلقيح لكان تكوين الجزء المؤخرى أحسن حالا ولاستمرت الرأس صغيرة ، وإذا غمست البويضات بعد مضى ٢٤ ساعة من التلقيح لنتجت أنواع ذات رؤوس كبيرة ، ولا يعلم مدى استمرار هذا التهذيب الذى تناول نسب الأجزاء ، وثم تجاريب أخرى هامة أجريت على بويضات قنفد البحر ، فقد عرضت البويضات فى طور التكوين المبكر لسيانور البوتاسيوم فنتجت علقات ذات منطقة قمية صغيرة ، وإذا كان المحلول أضعف من ذلك لحصل التكييف التفاوتى ونتجت علقات كبيرة الفم نسبيا . أما فى الحالات الشديدة فيبلغ مدى تشويه النسب حداً بعيداً ، ولنذكر بهذه المناسبة علقات الليثيم فى ذات الجلد الشائك ولقد عرف أنه إذا ربيت بويضات قنفد البحر فى بيئة أضيفت إليها أملاح الليثيم لنتج مايسمى التكور المعوى الخارجى حيث تتجه المعى للخارج ولا تنغمد وهذه ظاهرة ثانوية ؛ إذ أن الأثر الأول لليثيم هو الإقلال من كمية البشرة الخارجة التى تكونها البويضة والإكثار من البشرة الداخلة وتزداد هذه الظاهرة كلما ازداد التركيز ، وربما كان السبب آلياً حيث لا تقوى البشرة الخارجة على استضافة الداخلة كما هو الحال فى الترتيب الطبيعى ، وإذا استمر تأثير الليثيم إلى منتصف التكور الجرثومى لنتجت كرة مكون جلها من البشرة الداخلة مع جزء صغير من الخارجة عند التقطب الحيوانى وإذا أوقف تأثير الليثيم عند بلوغ طور الأربع والعشرين ساعة لكانت النتائج

متوسطة الأثر ، وإذا غمست البويضة فى آخر التكور الجرثومى أو مستهل المعوى فى ذلك السائل لماتت بعد فترة وجيزة ، ولكن لاينتابها تغيير فى نسب الجرثومية الداخلة والخارجة ويثبط الليثيم تثبيطا تفاوتياً مسبباً فرطحة التدرج الأول للبويضة لأن المناطق القمية أكثر قابلية للتأثير من غيرها وليس أثر الليثيم نوعيا تماما ؛ إذ يمكن الحصول على التكور الخارجي بالغمس فى أملاح قلويات أخري وكذا مواد كأول أوكسيد الكربون ويؤثر الليثيم على نسيج السيتوبلازم فيجعله خشناً ، ولما كانت البشرة الخارجة ذات نسيج أدق من الداخلة فلابد أن تلك الحال تعوق تباين البشرة الخارجة وهناك حلقة صفراء بين الخارجة والداخلة تتحرك نحو القطب الحيوانى إذا عولجت البويضة بالليثيم فتدل إذن على درجة التأثير الحادث ، وإذا عولجت البويضة الغير ملقحة بثيوسيانور الصوديوم كانت الملقات الناتجة على عكس المذكورة سابقاً ؛ إذ تمتد الطبقة الجرثومية الخارجة على حساب الداخلة ، وتحتل أهداب العضو القمى ساحة أكثر إتساعا من المعتاد كما تصبح المعى صغيرة أو تنعدم وخلايا الحشو الأوسط الهيكلى مختزلة أو منعدمة ، ويظهر فى الحالات الشديدة فى هذه الظاهرة عضو قمى آخر عند القطب النباتى ، أى أن التدرج الأصلى ازداد عمقاً واختفى التدرج الثانوى (النباتى الحيوانى) وحل محله آخر من نوع الحيوانى النباتى تقع قمته عند القطب النباتى ، وإذا عولجت هذه الملقات بالليثيم لتكون حشو أوسط هيكلى وبشرة داخلية من منطقة خط استواء التكور الجرثومى كما تتكون معى فى كل قطب ، ويظهر أثر الليثيم أولا فى الجهة البطنية ويدل هذا على وجود المحور الخلفى البطنى ، وتدل كل الشواهد على أن المجاميع التدرجية منوط بها عدة عمليات وظائفية يمكن التأثير عليها بعوامل مختلفة .

١٠ — نتائج تدرجات الحرارة : يمكن التأثير على التدرج الأصلى فى البرمائية

تجريبياً بطرق مختلفة منها إدخال تدرج حرارى فى التكوين المبكر ، وقد يتجه ذلك من جنب لجنب عموديا مع المحور الأصلى ، أو موازيا لهذا على أن يكون متجها فى نفس اتجاه تدرج البويضة الأصلى ، أو فى اتجاه مضاد له ، ويزداد الفرق فى الحالة الأولى بين الكتل الجرثومية فى النباتى والحيوانى عنـد نهاية الانقسام ، ويقل فى الحالة الثانية ، وقد يكون ذلك لدرجة كبيرة ، والنتيجة الهامة إحداث أجنة كبيرة الرؤوس فى الحالة الأولى وصغيرتها فى الثانية ، ويدل هذا على مرونة فى التدرج الأصلى ، إذ تتحول مناطق الجذع إلى رأس فى الحالة الأولى ، وينطبق هذا على الجرثومية الوسطى ، ويعلل هذا الخطأ الظاهر بأن تحديد الصفيحة العصبية منوط بالمعضون ، ومركز هذا نباتى ، ولذا فالحرارة العالية عند الحيوانى مضادة فى الواقع ، ولقد طبق التدرج الحرارى الجانبى فى عدة تجاريب على التكور الجرثومى لذات الذيل ، فشوهد تحول مستوى التماثل الجانبى نحو الجانب ذى الحرارة العالية ، وسبب هـذا التغيير فى نمو المعضون المنغمد ، أما اضطراب التدرج الأولى أو بقاؤه سليما فلم يعرف بعد ، وثم نتائج تكاد تكون مشابهة لهذه استخلصت بتطبيق التدرج الحرارى على أجنة صغير الدجاجة ، فتحركت الكتل البدنية فى بعضها إلى الأمام قليلا ، وقد تبادلت المواقع الموجودة مع تلك الواقعة على الجانب ذى الحرارة المنخفضة ، وثم ظاهرة غريبة شوهدت فى الانقسام ، وذلك أن خلايا المح لا تتأثر فى الحالتين إلا بقدر واحد مع أنها معرضة فى إحدى الحالتين (المضادة) لحرارة أكثر ارتفاعا ، ولو أن الحالة الثانية (فى اتجاه التدرج الأصلى) تؤدى إلى إحداث خلايا حيوانية صغيرة جداً ويعلل ذلك بأن الخلايا الحيوانية السريعة الانقسام تؤثر بطريقة ما على انقسام باقى الخلايا .

١١ — تفاوت قابلية التأثير فى تكوين الفقريات : هذب التدرج الأولى

فى بويضة الفقريات بالتجربة ، وذلك بالتثبيط التفاوتى ، فإذا عرضت بويضات بعض الأسماك لفعل محلول سلفات الاتروبين لمدة ¾ ساعة أبان انقسامها لازداد حجم الرأس زيادة نسبية ومطلقة ، كما تتغير نسب الأجزاء فيها فتتسع المسافة بين العينين ، وحصلوا على مثل هذه النتائج فى الضفدعة ، وخصوصاً باستعمال الأحماض الضعيفة ، ويفوق ذلك فى الأهمية استعمال المخدرات فى الأطوار المبكرة ويحدث هذا تثبيطا تفاوتيا فيها ، وتجلت نفس النتائج فى عديمة الأذناب ، فشوهدت تشوهات كبيرة فى منطقة الفم فى أبى ذنيبة ، ولوحظ أيضا أنه إذا عرضت بعض الأسماك لمحلول معتدل التركيز من مواد مخمدة ، لكانت الرأس صغيرة الحجم ، وبخاصة فى المنطقة بين العينين ، وذلك على عكس ما أظهرته التجاريب التى استعملت فيها المنبهات ، وفى الحالات الشديدة لا تتكون بعض أجزاء من المنطقة القمية ، كأن تلتصق العينان أو تتداخلان ، أو تتكون عين منفردة أو أنف مفرد ، ويتناول الفم تغيير مشابه ، وقد تشتد الحال فى البرمائية فلا تتكون العيون فى العلقات ، ويصبح الفم مشوها جدا ، ولا تتأثر الأجزاء المجاورة إلا قليلا ، أما الجذع فلا يتأثر مطلقاً ، وإذا تأثر فلدرجة قليلة ، وتعالل هذه الحقائق بتفاوت قابلية التأثير فى أجزاء التدرج المختلفة ، فتحتاج الأعضاء القمية قدرا خاصاً من النشاط لتكوينها ، ويقل ذلك لتكوين الأعضاء التى فى مؤخرتها مباشرة ، وهكذا كلما اتجهنا للمؤخرة ، وينتشر التباين الكيمائى نحو القمة بفضل المعضون ، فتتحدد المناطق المؤخرية فى الجسم ولكن طرف القمة أكثر تأثرا بالمخمدات لنشاطه العالى ، فتصبح القمة فى حالة لا تستطيع معها تكوين بعض الأعضاء ، وتستعمل المادة المتخلفة فى تكوين أنسجة أخرى ، وهذا هو سبب غيبة بعض الأنسجة فى البويضات التى عولجت بالمخمدات فى الأطوار الأولى للانقسام ، ويمكن القول بأن التدرج تفرطح لدرجة أن قمته لم

تصل للجهد الأدنى اللازم لتكوين الأنسجة القمية المتطرفة ، وقد برهن ذلك بإيجاد المنطقة الأكثر تأثراً فى التكور المعوى لعديمة الأذناب ، ثم تلوينها فى الحى فى تجربة أخرى ، ثم العمل على إحداث مفرد العين بكلورور الليثيم بعد ذلك ، فنرى أن المادة الملونة تكون الجزء أمام الحبل الظهرى من الدماغ ، وتبين من ذلك أن فعل التدرج متوقف على شكله أكثر مما هو متوقف على شدة عملياته المطلقة ، وثم تجربة أخرى تعلل بنفس الطريقة ، وقد سبق ذكرها إذ رأينا أن قبض بويضة ذات الذيل Newt فى طور التكور الجرثومى عند مستوى التماثل الجانبى ينتج جنينين صغيرين أو جنينا ذى رأسين طبقا لدرجة القبض ، وقد لا يكون هذا فى مستوى التماثل الجانبى تماما ، فيحوى أحد النصفين نصيباً من مادة القطب الحيوانى أكبر من جاره فتكون أحد الرأسين طبيعية والأخرى مفردة العين ، وذلك لأن المنطقة الحيوانية النهائية استقرت فى أحد النصفين ، فانخفض تدرج النصف الآخر ، ولم يكون رأساً تامة .

يتبين مما سبق ذكره بخصوص تنظيم الحال فى الكتل الجرثومية المفصولة أو بعض ساحات الأعضاء الخاصة أن هذا يحدث فى التكوين المبكر إذا كانت المجموعة فى شكل تدرج ، ولا يحدث أصلا إذا كانت ذات رقع يتكون كل منها من ساحة متباينة تباينا ذاتياً كيمائياً ، وتتغلب فى عملية الاصلاح المنطقة المسيطرة ، وتهذب الأجزاء الباقية والقدرة على التنظيم ليست قوة خارقة للعادة بل ساحات تدرج « لم تفصل ملابسها بعد ، بل ستقوم بذلك طبقا لما لديها من أقمشة » ، ويمكن القول إجمالا أن البويضة قبل التباين الكيمائى فى التكوين الجنينى ساحة تدرج ربما سترت طبيعتها تدرجات المواد الخام الغير متساوية ، أو درجة ما من التحديد حلت بها قبل الانقسام ، وتتعقد الحال فى الفقريات بوجود تدرج آخر متعلق بالمضون .

القسم الخامس

١٠ — ساحات التدرج فيما بعد طور الجنين

ليس من الممكن الكشف عن التدرج فى حيوانات كالفقريات البالغة مثلا حيث لا يحدث التناسل الغير نوعى وحيث لا يوجد الإصلاح الكامل وتلاحظ ساحات التدرج فى الأطوار المبكرة جداً لهذه الأنواع ، وتوجد ساحات فرعية فى الطور التالى ، عند ما يصبح الكائن مكونا من رقع متباينة كيميائياً لكل منها ساحتها الخاصة ، وهناك ما يثبت دوام هذه الساحات التدرجية طيلة الحياة حتى فى أرقى الأنواع ، وقد يبقى التدرج الأصلى المحورى للكائن كما يرى من التأثير على قطبية المناطق التى تتكون أخيراً كالأطراف والأذن والخياشيم والقلب ، والخط الوحشى فى البرمائية ، ويتكون الأخير من أثر جرثومى خارجى يقع وراء الأذن فى طور الزر الذيلى المبكر ، ويمتد على الجسم نحو المؤخرة ، ولوحظ هذا فى تجربة طعم فيها النصف المقدم من ضفدعة قاتمة اللون بالنصف المؤخرى لأخرى فاتحة اللون ؛ فظهر الخط الوحشى كنسيج قاتم على سطح فاتح ، وإذا قطع ذيل ضفدعة وقلب ثم أعيد ، بحيث يستديم سطحه البطنى مع سطح الجذع الخلفى ، لنما الخط الوحشى فى حالة الالتئام التام على جزء من الذيل لم يكن لينمو عليه ؛ فكأنه لم يكن محدداً نهائياً وإذا ما عاق الاستدامة بينهما نسيج ندبى لغير الخط الوحشى اتجاهه واحتل مكانه الطبيعى فى منطقة الذيل قبل عملية القلب ، ومع كل فهو ينمو على المحور الأمامى المؤخرى على ارتفاع خاص فى المحور البطنى الخلفى ، وذلك بفضل المجموعة الساحية للبدن ؛ فإذا التأم الذيل المقلوب تماماً وقع تحت تأثير مجموعة التدرج الأساسية وكون جزءاً من ساحة عامة فينمو الخط الوحشى للمؤخرة

بلا تغيير فى ارتفاعه ، أما إذا حالت الندبة بين الجذع والذيل لتبع الأخير تعضون ساحته القديمة فيخضع لها الخط الوحشى إذا ما وقع فى مدى تأثيرها ، وقد برهن ذلك بتجربة أخرى ؛ إذ طعم الجزء المقدم من ضفدعة فى ظهر جنين ضفدعة من نوع آخر أزيلت فيه آثار الخط الوحشى ، وقد جعل محور الجنين الأول عموديا على محور الجنين الثانى فنما الخط فى الأول طبيعياً تحت تأثير تدرجه الخاص إلى أن التقى بالثانى ، وهنا انثنى ونما فى اتجاه مؤخرى تحت تأثير تدرج الجنين الثانى وثم تجربة أخرى على قرص الطرف فى ذات الذيل البرمائيـة Ambylostoma دلت على تحـديد المحور الأمامى المؤخرى ، أى أنه يمكن تمييز جانب الـكعبرة والإبهام المقبل ، و يحدد بعد ذلك المحور البطنى الخلفى أى أن الجانب الذى سيكون راحة اليد أو ظهرها متوقف على الوضع النسبى للقرص فى المضيف ، و يمثل المحور المقدم المؤخر فى قرص الطرف محور القطبية الأولى فى الجنين فيبقى التدرج المحورى الأصلى و يغمر قرص الطرف ، ولـكن التدرج البطنى الخلفى أقل قدرة ، ولوحظ أن الطرف ينمو بعيداً عن الجسم دائما ولو كان وضعه غير طبيعى ، ويدل هذا على أن التقطب الأنسى الوحشى لم يحدد فى طور قرص الطرف ، وليست هنالك أفضلية للجانب الأيمن على الأيسر فى الأطوار الأولى فقد يتباين القرص الأيسر إلى طرف أيمن على جانب الجسم الأيسر ، وذلك بعكس المحور الأمامى المؤخرى ، و يناط تحديد أفضلية أحدها على الآخر بتكوين المحاور الثـلاثة فالأمامى المؤخرى محدد عند الطور الذى أجريت فيه العملية ، ويحدد البطنى الخلفى بعـد ذلك ، و يتوقف الأنسى الوحشى على وضع أثر الطرف بالنسبة للـكائن كله ، وهو ليس محددا نهائياً .

تشبه حالة تحديد المحاور فى الأطراف تـكوين الأذن فسـاحتها مقطبة منذ مستهل تـكوينها طبقاً لمحور الجنين الأصلى ، فلو أنها طعمت بحيث يعكس المحور

الأمامى المؤخرى لانعكس عدم تماثلها ، ودلت تجارب مشابهة على أن آثار الخياشيم الظاهرة فى البرمائية وآثار القلب ذات محور أمامى مؤخرى محدد عند طور لم تزل فيه الآثار ساحة قابلة للتنظيم إذا فقد جزء منها ، وثم حالة فى اكتساب الشكل تتوقف على دوام التدرج الأصلى ؛ فإذا بترت زائدة ما فى بعض ذات الأرجل المفصلية لظهرت أخرى من نوع آخر بفضل عملية الإصلاح (لامس مكان عين مثلا أو ساق مكان لامس) وهناك أمثلة من هـذا النوع تحدث طبيعياً فى مجاميع أخرى مختلفة وتنتمى الزائدة الجديدة لمنطقة مؤخرية فى الجسم ، ويعلل ذلك بفرض دوام التدرج المكسب للشكل طول الحياة ، ولكنه يتفرطح فيما بعد ؛ فتقع بذلك الأنسجة المقدمة فى منطقة أكثر انخفاضاً مما كانت عليه فى التدرج ، ويظن أن ازدياد العمر يفرطح التدرج الوظائفى كما تفرطحه المخمدات والبرودة ، وتتوقف النتيجة على النشاط العام للتغيرات الكيميائية ، فيتكون لامس مكان آخر بعد بتره لو بقيت درجة الحرارة عند ٢٥° بالمقاس المئوى ، وإذا انخفضت الحرارة تكون عضو شبيه بالساق ، وتحدث هذه التغيرات الشكلية عندما يتفرطح التدرج الأصلى فى الحيوان والسبب الأول فى ذلك العمر ولكن قد يزداد هذا التفرطح بعوامل خارجية .

يسبب تدرج عدم التماثل فى جنين الفقريات عدم تماثل القلب والأحشاء ، ويميز هذا التدرج الجانب الأيسر عن الأيمن كما يرى فى الغدد الجنسية فتفوز الغدة اليسرى بالبقاء فى حالة مفرد الغدة الجنسية كما فى أنثى الطيور ووحيدة المخرج ، وكذلك فى التكوين الطبيعى للجنين فى الضفادع حيث تعظم الغدة اليسرى حجما فى الجنسين كما تفوق الخصية اليسرى الخصية اليمنى فى كثير من الطيور . والغدة اليسرى فى إناث الثدييات التى تظهر صفات الذكور أقرب للمبيض واليمنى أقرب

للخصية فى التركيب ، وقد يتكون الأصبع الإضافى فى حالة تعدد الأصابع فى الطيور فى ساق واحدة أحياناً هى اليسرى عادة .

أثبت استمرار الساحات إلى أطوار متأخرة بالتجربة فى الفقريات البالغة التى تقوى على عملية الإصلاح ، وذلك بتغيير مسار الأعصاب ، فلو غير مسار العصب العضدى فى ذات الذيل Newt وترك لينتهى فى بقعة محيطة بالذراع لأخذ ذراع إضافى فى النمو ، و إذا استقر قريباً من الزعنف الخافى لتكون جزء إضافى من هذا ، و إذا غير مسار العصب الوركى ونقل إلى منطقة الذراع أو الذيل لتكون ذراع أو ذيل إضافى ، و يمكن تحريض قاعدة الذيل فى الحيات لتكون ذيلا آخر بالعصب الوركى و يستنتج من هذا وجود منطقة حول الذراع استبقت حتى فى البالغ القدرة على إحداث الذراع ، وتؤيد ذلك شواهد من تجاريب سابقة (باب ٨) ، حيث طعمت مواضع غير طبيعية بزر إصلاحى لم يحدد بعد فنتجت أعضاء خاصة بتلك المواقع الجديدة و إذا وجهت الأعصاب صوب الحدود بين الساحات لنتجت أنسجة مختلطة تمثل الساحتين ، وليس أثر الأعصاب التى غير مسارها بنوعى ، بل هو كما دلت شواهد كثيرة غذائى فينبه التكاثر ، بينما يتوقف نوع النسيج على الساحة النوعية ، واذا غرس زر طرف فى غلقة أخرى من ذات الذيل فقد يستحيل ولكن وجوده ينبه أنسجة المضيف فتتكاثر وتحل محل الأنسجة المطعم بها و برهن ذلك بتطعيم زر طرف (عدد كروموسوماته نصفى Haploid) بعلقات فيها العدد كامل Diploid فحل نسيج الثانى مكان الأول وحرض المضيف على تكوين طرف إضافى ، و إذا طعم طرف مقدم فى منطقة الطرف المؤخر ، ثم استحال الأول لحل محله نسيج المضيف وتباين هذا إلى طرف مؤخرى و يشبه ذلك حركات خلايا الهيدرا التى حرض عليها بالتطعيم ، ولكن المعتاد هو تكوين الطرف فى عملية الإصلاح من بقايا العضو المطعم به « اثبت

ذلك بالتجربة » ومتى حددت الخصائص المكتسبة للشكل فى ساحة فإنها لا تتأثر بوضعها النسبي فى الحيوان أجمعه فلو طعمت ساحة أطراف مؤخره بأطراف مقدمه فى السمندر (علقة) ثم قطعت بعد ذلك لحدث الإصلاح وأنتج أطرافاً مقدمة والعكس صحيح أى أن جزءاً ما من ساحة محددة ينتج نسيجه الخاص ولا يتأثر فى ذلك بوضعه ولا يلزم لتحديد خصائص الأنسجة فى عملية الإصلاح إلا جزء صغير من الساحة الحقيقية ، فإذا أخذ زر إصلاح قبل أن يصبح محدداً و بصحبته جزء من الجدعة وطعمت به ساحة غريبة لحدث الإصلاح طبقاً لخصائص الجدعة ولا تؤثر هنا الساحة الجديدة كما يحدث لو أنه طعم بمفرده .

درس فقدان القدرة على الإصلاح فى ذيل وأطراف البرمائية فيفقد البالغ فى عديمة الأذناب هذه القدرة التى تبقى فى الفرخ ويفقدها هذا فى الطرف قبل الذيل ، والمعروف أن الحيات تكون بفضل الإصلاح ذيلا ، ولكن لا تكون طرفاً ، وفى تعليل قصور قوة الاصلاح فى عديمة الذيل يجب نبذ الرأى القائل بأن درجة التباين الدقى هى العامل الفعال إذ أن التباين فى ساق ذات الذيل Newt البالغ أرقى بكثير من التباين فى ساق فرخ الضفدعة الذى فقد القدرة على الإصلاح و إذا طعمت ضفادع بالغة بذيل أو طرف من فرخ الضفدعة ، ثم بترت فإنها تتكون من جديد بالإصلاح فى ذلك الموطن ، بفرض أن الفرخ الواهب لم يفقد بعد قدرته على الإصلاح ، و إذا طعم سمندر بالغ بطرف من فرخ ضفدعة Bufo فقد القدرة على الإصلاح ، ثم بتر الطرف لما حدثت عملية الإصلاح ، مع أن السمندر كباقى ذات الذيل يقوى على الإصلاح ، حتى فى البالغ ، ومهما يكن السبب فى فقدان قوة الإصلاح ، فهى موضعية تنتاب الساحات نفسها وتزول القدرة على الاصلاح فى ذات الذيل إذا ما أزيلت الساحة كلها و برهن ذلك فى الأطراف والذيل .

ثم شواهد أخرى من تدرجات النمو تثبت استمرار الساحات الشاملة فنمو الأجزاء النسبي وما يشاهد من ظاهرات فى إصلاحها منوط بتوازن فى النمو يتناول الكائن كوحدة ، ويتوقف الحجم الصحيح لجزء ما على معامل تجزئة المادة بينه وبين باقى الجسم وتختلف قيمة هذا المعامل فى أجزاء الجسم المختلفة ، ولكنه متوقف على عوامل كامنة فى أنسجة العضو كما تهذب العوامل الخارجية كالحرارة والتغذية توزيع المادة بين أجزاء الجسم ، ويظهر فى هذه العملية فى كل حالة توازن كامل ، ولكنه لا يكون ساحة ، ومع ذلك فقدرة الأجزاء المختلفة على النمو مدرجة تدرجاً كمياً فى أغلب الأحوال ، فكأن الجسم تغشاه مجموعة من ساحات التدرج يتصل ببعضها البعض وتمدنا الكلابات الكبرى للحيوانات القشرية بأحسن الأمثلة فتظهر مغايرة للآباء موجبة فى ذكور كثير من الأنواع ، وفى الجنسين من أنواع أخرى ويوجد هنا دائماً تدرج قوى ذو منطقة مرتفعة قريبة من نهاية العضو وتنمو المفاصل كلها بسرعة منتظمة تقريباً إذا كان نمو أجزاء العضو متناسباً ، والتدرج هنا مسطح ونرى فى الأطراف ذات الاختلاف السلبى أن تدرجات النمو معكوسة فمثلا يقل الحجم النسبى للأطراف فى الغنم بعد الولادة ويمثل المنكب أعلا منطقة فى التدرج والقدم أقلها ، وقد تغمر هذه التدرجات الجسم كله وتمثل أصداف الرخوة وقصيرة الساق حالات خاصة ذات أهمية نتجت من النمو المدرج فيحدث فيها النمو عند حرف نام معين وتتجمد المادة الجديدة فلا تلعب دورا ما فى النمو ، ويحدث مثل ذلك فى الأنسجة الصلبة كقرون الثدييات والأسنان وما إلى ذلك ، وأشار داركى تومسون إلى أن شكل وحجم القرون فى الكركدن ذى القرنين لا يفهم إلا بفرض وجود تدرج نمو فى منطقة الرأس يقل فى اتجاه مؤخرى ، ويؤثر على تكاثر الأنسجة البشرية ، وإذا كانت قوى النمو فى جميع هذه الأحوال منتظمة التدرج فى منطقتها لكان شكل النسيج الصاب

الناتج حلزونياً لوغارتيميا ، و إذا اختلف تدرج النمو قليلا عن الخط المستقيم لاختلف شكل النسيج عن الحلزونى اللوغارتيمى الحق وترى أهم هذه الاختلافات فى الرخوة حيث يكون حرف الطبقة النامية فتحة دائرية ، و إذا كان النمو متساوى التدرج على جانبى الفتحة بين نقطتين نشاط أحدهما مرتفع والأخرى منخفض لكان شكل الصدفة الناتجة حلزونيا عادياً ، و إذا كان شكل التدرج مقعرا لأعلى على أحد الجانبين ولأسفل على الآخر لكان الحلزون مبروماً كما فى الأجيلان ويميز هذا الشكل قسما من الرخوة وشكل قرون الغنم واللاعن وما إليهما راجع لعدم تماثل ساحة النمو .

دلت التجربة على بقاء تدرجات النمو طول الحياة لتؤثر على سرعة النمو إبان عملية إصلاح الريش فى الدجاج وتختلف هذه فى مختلف المناطق ولكنها بسيطة فى أى منطقة منها ، ويوجد كذلك تدرج فى سرعة الإصلاح فى جلد ذيل علقات عديمة الذيل ، ومن الأدلة على وجود ساحة تدرج تنظم القدرة على النمو ما شوهد من تأثير منطقة محدودة عظيمة النمو على نمو الأجزاء المجاورة ، ويعمل هذا فى منطقة مؤخرية فى أطراف القشرية والنتيجة على عكس ذلك ، إما جزئياً أو كلياً فى المقدمة ويعلل هذا الأثر التفاوتى بفرض وجود عامل مقطب منوط به تنظيم النمو ، وينتشر أثره فى الجسم كله وتعمل تدرجات النمو ما استمر هذا فى عمله وتنطوى على عمليات تختلف طبيعتها عن طبيعة العمليات المنوطة بتدرجات الجنين المبكر ولم يبرهن بعد أنها مشتقة من هذه الأخيرة فى الحيوانات العليا ، وليس معنى استمرار مجموعة التدرجات والساحات من البويضة والأجنة المبكرة إلى أطوار تالية فى الحياة أنها تبقى بلا تغيير فترى مثلا أن نوع القشر يختلف فى عمليات إصلاح جلد الحيات باختلاف العوامل الخارجية ، وليس اختلاف قشور الذيل فى عملية الاصلاح عما كانت عليه راجعاً لسبب تطورى ، بل يرجع إلى

تغيير الأحوال عما كانت عليه فى الأثر الأول ، ويمكن تلخيص هـذا الباب فى نقطتين ، الأولى دلالة الشواهد على بقاء التدرج المحورى الأصلى طول الحيـاة ، وكذا بقاء تدرجات موضعية لا بد منهـا لتباين شكل الأعضاء ، ويختلف شكل هذه التدرجات وتأثيرها باختلاف العمر ، والثانية بقاء تدرجات النمو طول الحياة وسيطرتها على نمو أجزاء الجسم النسبى ، ويلاحظ هنا أن تدرج النمو العام وتدرجه الموضعى باقيان ، وقد تـكون هناك علاقة بينهما وبين التدرجات المـكسبة للشكل التى ذكرت سابقاً .

١١ — ازدياد التباين فى المجموع العصبى للبرمائية

يظهر تباين المجموع العصبى فى البرمائية نقطاً هامة فى فسيولوجية التكوين وأجريت تجاريب عديدة توضح المبادىء العاملة على خلق التباين وأفرد لها هذا الباب لـكثرتها .

تحتل الثنايا العصبية منطقة مستعرضة فى التـكور الجرثومى عمودية على مستوى التماثل الجانبى بالقرب من القطب الحيوانى ، ويظهر أن تحديدها جزئى وليس نهائياً قبل حلول التـكور المعوى ، وهذا أكثر وضوحا فى الدماغ عنه فى النخاع الشوكى ، وثم حركة تنتاب خلايا النصف الحيوانى إبان التـكور المعوى تصبح بسببها القناة العصبية العتيدة شريطا مستطيلا فى الجزء الخلفى من الجنين وينغمد المعضون فى نفس الوقت مكوناً الحبل الظهرى وسقف المعى وبعض الجرثومية الوسطى ، وتستقر هذه بطنياً للثنايا العصبية وتحددها نهائياً لتتباين ذاتياً ويكون الخمس المؤخرى للقناة العصبية الجرثومية الوسطى للذيل ، ولم تتحدد الأجزاء المختلفة فى ذلك الطور (باب ٧) ، ولـكن سرعان ما يحل ذلك التحديد ويكتمل التحديد العام لمناطق المجموع العصبى عند ما تلتحم الثنايا لتكون القناة

العصبية ، ويكون الكأس البصرى قد تكون أيضاً ، وهناك بعض أوجه التباين التابع لأنسجة أخرى ؛ فالحبل الظهرى منوط به تكوين الميزاب البطنى للقناة العصبية ، أى أنه يحرض على جعل جدران القناة المتاخمة له رقيقة ، أما تكوين الجدران الجانبية السميكة فمتوقف على الكتل العضلية ، كما يتوقف عليها أيضاً الترتيب القطرى للخلايا ؛ ففى غيبة الحبل الظهرى واتصال الكتل العضلية فى الجانبين ببعضها فى الخط الأوسط تصبح أرضية القناة العصبية سميكة وسقفها رقيقاً وقطر تجويفها الأكبر مستعرضاً وليس رأسياً ، ولا يحرض الحبل الظهرى على تكوين القناة العصبية فقط ، بل يلعب دوراً فى تقرير تباينها التالى ، وإذا ترك جزء من القناة ليتكون بعيداً عن الحبل الظهرى والكتل العضلية فى بيئة الحشو الأوسط لكان تماثلها قطريا وجدرانها متساوية السمك ومقطع تجويفها المستعرض دائريا ، وليس وجود الكتل العضلية ضروريا لتكوين الدماغ وما يتبعه ، ولا أثر لها فى الواقع فى منطقة الدماغ المقدم حيث تكون الكتل البدنية عضلات العين الخارجة وتباين الدماغ فى الأمفيوكس أقل ما يكون ، وفيها تمتد الكتل العضلية حول القناة العصبية إلى مقدمة الحيوان .

إن التباين الشكلى التالى للدماغ نتيجة التباين الدقى للنقرون فى أماكن خاصة ثم نمو محاورها ، وهناك بعض مناطق فى الدماغ ومقدم النخاع الشوكى حدد فيها قدر معين من النقرونات عند طور القناة العصبية المبكر ليتباين ذاتياً ، والبرهان على ذلك أنه إذا أزيلت قطعة من النخاع الشوكى تشمل المقاطع الثلاثة الأولى وطعم بها نخاع جنين آخر فى منطقة المقاطع (٤—٦) لكان تكاثرها طبيعياً ، كما لو كانت فى مركزها الأصلى ، وتظهر مناطق أخرى التباين التابع فى عملية تكاثر النقرونات ، والمعروف أن النخاع الشوكى فى ذات الذيل Newt يقل كلما اتجهنا نحو المؤخرة ؛ فإذا أخذت منه قطعة تحوى المقاطع الجذعية ٣ ، ٤ ، ٥ وأديرت

حول محورها الطولى ، ثم أرجعت بحيث تكون المقاطع ٥ ، ٤ ، ٣ لتباين النخاع طبيعياً ، ويرى من ذلك أن تباين النخاع ذاتى من حيث نوعه ولكنه تابع من حيث خصائص كمية معينة ، ويجب مراعاة الظروف التى تتكون فيها مسارات الأعصاب ، والتى تهذب اتجاه نموها قبل معالجة العوامل التى تتحكم فى تكاثر النڤرونات ، وقد دلت تجاريب استنبات الأنسجة وتطعيم أزرار الأطراف من أجنه أزيل نخاعها الشوكى على أن محاور الأعصاب تنمو كنتوء طليق من بدن خلية النڤرون ، ويرى فى التجاريب التى يرسل فيها النڤرون محوراً فى مستنبت يمر فيه تيار كهربائى أن اتجاه المحور متوقف على اتجاه التيار ، ولو وضع موصل فى فى المستنبت ومرر فيه تيار كهربائى لرتبت المحاور الخارجة من أبدان الخلايا نفسها فى اتجاه عمودى على محور الموصل ، ودلت التجاريب التى أجريت على أجنة ذات الذيل فى طور الزر الذيلى المبكر على وجود تدرجين محور يين متضادين أحدهما فى البشرة الخارجة فى الجانب الخلفى للبدن ، ومنطقته المرتفعة عند الرأس والآخر فى أنسجة الحبل الظهرى والوسطى أسفل القناة العصبية ، ومنطقته المرتفعة فى مؤخرة الجنين ، ويقع الجزء الخلفى للقناة العصبية تحت تأثير التدرج الأول وجزؤها البطنى تحت تأثير التدرج الثانى ، ويظهر عمل هذين التدرجين من دراسة بسيطة لتكوين العمود الفقرى فى علقات السمكة المنقوشة حيث تظهر الغضاريف الخلفية فى تتابع رأسى ذيلى والبطنية فى تتابع ذيلى رأسى ، وتدل هذه الظاهرة على التدرجات ، ودلت التجربة على وجود تفاوت فى القوى الكامنة ينتج من التدرجات المحورية ، وذلك بوصل طرفى التدرج بجلڤانومتر والمعلوم أن التيار الكهربائى يحرض على تكوين محور مقطب ، وبالتالى تدرج فى الأنسجة التى يمر بها ، ولما كان التيار الكهربائى يوجه نمو المحور من الخلايا العصبية ، فمن المحتمل أن تدرجات الجسم تحدد اتجاه نمو مسار المحاور التى تكون

مادة القناة العصبية البيضاء ودلت المشاهدة فى الاطوار الأولى لتباين النقرون فى ذات الذيل Ambylostoma على ظهور المحور والشجرة العصبية كنتوءات تزحف على السطح الداخلى لغشاء القناة العصبية المبطن فى اتجاه المحور الطولى للقناة ، إما متجهة للامام ، وإما للمؤخرة ، وتسيطر التدرجات على اتجاه هذه النتوءات وترغمها على التوافق مع محاورها ، والمحور العصبى الخلفى حسى والبطنى محرك فإذا عكس قطاع من النخاع الشوكى عند طور الزر الذيل فإن ذلك لا يؤثر على اتجاه المنبهات المحركة للمؤخرة والحسية للأمام ، و يستنتج من ذلك أن تقطب النقرون يحدده التدرج المحورى الذى يشمله بتأثيره ليصبح النتوء المتجة لأعلى فى التدرج محوراً بينما يصبح ذلك النتوء المتجه فى الاتجاه العكسى شجرة عصبية و يتبين إذن السبب فى أن النصف الخلفى للقناة العصبية الواقع تحت تأثير التدرج الجرثومى الخارجى الممتد من المقدمة للمؤخرة يحوى المحاور التى تحمل المنبـه نحو الأمام ، والعكس فى الجزء البطنى ، الذى يقع تحت تأثير التدرج الآخر الممتد من المؤخرة للمقدمة .

يمكن تطبيق تلك المبادىء أيضاً فى تركيب المجموع العصبى الخارجى المميز بازدواج الأعصاب فى كل مقطع من مقاطع البدن ، و بتعامدها مع النخاع الشوكى وقد تكونت إذ ذاك مسارات المحاور العصبية ، و ينتج من مرور منبه فيها تقلقل كهربائى يشبه مرور تيار كهربائى ، و يكون النقرون محوراً عموديا على مسار مثل ذلك التيار ، كما يحدث فى استنبات الأنسجة التى سبقت الإشارة إليه ، ووجد أن هذا النمو العمودى على النخاع يحدث طبيعياً فى صغير الدجاجة عند ما تستقر محاور الحزمة المنشطة فى مستواها المقرر لهـا ، ووجد أيضاً فى ذات الذيل أنه إذا طعم جانب البدن بجزء من النخاع الشوكى مما يسبب فصل جزء من هـذا عن النخاع المستطيل لقلت الألياف الهـابطة ، وانتاب الجذوع العصبية البطنية اختزال كمى أيضاً .

تنقسم الجرثومية الوسطى على جانبى القناة العصبية إلى كتل عضلية يتخلل كل منها ، كما دلت الشواهد تدرج منطقته المرتفعة فى مركز الكتلة و يضمحل النشاط إلى الأمام والمؤخرة من هذا المركز ، ويدل توزيع المادة الملونة على وجود هذه التدرجات إذ تتراكم هذه المواد فى تكوين البرمائية حيث يبلغ النشاط أقصاه ، ووجد أنها تتراكم قريباً من مركز الكتل العضلية ، ونشاط الحواجز بين الكتل قليل ، ولهذا أثره على اتجاه نمو الألياف العصبية الخارجية عند خروجها من النخاع الشوكى ؛ فتمر الألياف البطنية إلى مركز الكتلة العضلية حيث تغذيها ، وتجذب منطقة الحواجز بين الكتل شجرة نقرون الفرع الحسى ، وتنمو نحو أطراف الكتل العضلية لتغذيها بالأعصاب الحساسة ، وتستمر فى الحواجز إلى أن تصل إلى الجلد ، ويؤول توزيع الأعصاب الحسية والحركة الخارجية بوجود التدرجات فينمو المحور نحو المنطقة المرتفعة النشاط ، والشجرة نحو المنطقة المنخفضة النشاط ويمكن تطبيق نفس المبادىء على الأعصاب المركزية (داخل المجموع العصبى المركزى) ، وهناك مراكز تباين أخرى فى الدماغ أنشطها المركز خلف منطقة العصب الوجهى حتى طور العوم المبكر ، ويستدل على ذلك من سرعة تباين النقرونات النسبية إذا ما قورنت بمراكز أخرى ، وترسل النقرونات المقطبة الأولى فى مركز الدماغ المقدم والأوسط محاور نحو وإلى المركز أمام العصب الوجهى وترسل النقروثات المتباينة بجوار مركز ما محاور لهذا المركز ، وهكذا تتكون المسارات والمجامع كالشمية وغيرها ، وليست السرعة النسبية لنشاط المراكز المختلفة ، كما يستدل عليها من سرعة تباين النقرونات بثابتة فمركز نصف الكرة المخى أنشط فى وقت ما من المركز الشمى ، وتنعكس الآية فيما بعد ذلك وتؤدى هذه الحالة إلى تكوين المسارات المتبادلة التى تميز أجزاء الدماغ المختلفة .

لنعد الآن إلى العوامل المؤدية إلى تكاثر النقرونات فى النخاع عند تلك

المناطق التي لم يتمركز التكاثر فيها نتيجة تحديد سابق يليه تباين ذاتي ، وقد وجد أن العبء الحسي كما يحدده عدد الأعضاء المستقبلة هو العامل المسيطر على عدد النفرونات الحسية وأن العبء الحرك كما يقدر بعدد الألياف العضلية ، لا يؤثر على عدد النفرونات المحركة ، والواقع أن عدد المحاور التي تنتهي عند مركز ما هو الذي يحدد تكاثر النفرونات عند ذلك المركز ، وليس لنهاية الشجرات العصبية مثل ذلك الأثر ، وإذا طعم جانب الجسم بطرف إضافي لأدي ذلك إلى ازدياد أنسجة الجرثومية الوسطى والخارجية ، ولكن لا يؤثر على النفرونات المحركة في جزء النخاع الشوكي البطني المتصل به ، ولكن تزيد عدد النفرونات الحسية في عقد الجذع الخلفي عند مستوى التطعيم ، وإذا أزيل الجلد من أحد جانبي الجسم وذلك بتطعيم جنينين معاً أزيل فيهما الجلد على أحد الجانبين ؛ فإن عدد الخلايا المحركة في النخاع لا يتأثر ، ولكن تقل النفرونات الحسية في العقد الجذعية الخلفية بقدر ٦٠ ٪ في ذلك الجانب وإذا أزيلت العضلات على جانب واحد مع الاحتفاظ بما فوقها من بشرة لنقصت النفرونات الحسية بقدر ٤٠ ٪ ولا يؤثر ذلك على الخلايا المحركة في المنطقة البطنية من النخاع ، ويعطينا هذا فكرة عن نسبة أعصاب الجلد الحساسة وأعصاب العضلات الحساسة في العقد الجذعية الخلفية ، وإذا أزيلت منطقة القطاعات الخمسة المقدمة من النخاع الشوكي وطعم موضعها بمنطقة النخاع المستطال والقطاعين الأولين من النخاع الشوكي لجنين آخر لتكون نخاعان مستطيلان ولازدادت الألياف الهابطة فتزداد لذلك النفرونات المحركة في المناطق البطنية من القطاع الأول والثاني المطعم به ، وتتناسب هذه الزيادة كمياً مع حجم المنطقة الإضافية التي غرست ، وإذا أزيل الدماغ الأوسط لما تأثر تكاثر النفرونات في النخاع الشوكي ، ويستدل من ذلك أن المسارات العصبية المنوط بها التكاثر في النخاع الشوكي تنشأ من النخاع المستطيل ، ويصحب إزالة هذه

الأخير اختزال فى عدد نقرونات منطقة النخاع البطنية ، وطبيعة تأثير النخاع المستطيل معقدة إذ لو طعم به موضع المقاطع (٤ ، ٥ ، ٦) من نخاع جنين آخر لما أثر على الأجزاء الواقعة فى مؤخرته ، كما لا يتكاثر بدرجة تفوق ما كان يفعله فى مكانه الأصلى ، و إذا طعمت المقاطع الثلاثة الأولى من النخاع الشوكى فى موضع مؤخرى لتحل مكان القطاعات ٤ ، ٥ ، ٦ لازدادت سرعة تكاثر المقاطع السليمة الواقعة أمام التطعيم ، وقد تشبه من بعض الوجوه النخاع المستطيل وقد تتوقف سرعة تكاثر نقرونات النخاع المستطيل على تأثير منبعث من مقدمة النخاع الشوكى ، وربما بفضل نقرونات المسار الشوكى البصلى .

ليس تكاثر النقرونات منوطاً بمرور منبه عصبى عادى ، إذ تتكون الأجنة طبيعياً فى محاليل تحوى مخدرات تعوق سير المنبه ، ويرجع التكاثر إلى نشاط آخر منوط بنهاية المحاور العصبية ، ويشبه غالباً التأثير الغذائى للأعصاب البالغة واكتشاف العوامل المسيطرة على تكاثر النقرونات ذو أهمية نظرية ، ويختلف الدماغ عن النخاع الشوكى فى الشكل لأن الأول يحوى الحواس الخاصة التى تبعث عدداً عظيما من الألياف إلى القناة العصبية حيث تحرض على تكاثر النقرونات عند انتهائها ، وتؤدى هذه النقرونات العديدة إلى إحداث بروزات الدماغ كالفص البصرى والفص الشمى مما يميز شكل الدماغ عن النخاع الشوكى ، و إذا طعمت منطقة الرأس بعين إضافية أو نقرة أنفية لنمت ألياف إضافية من هذه الأعضاء إلى الدماغ ولازدادت نقرونات الدماغ فى المكان المقابل ، و إذا أزيل عضو حسى من الرأس فقد يختزل حجم مركز الدماغ الذى تنتهى فيه أليافه عادة ، وتساعد هذه النتائج على ايضاح جزئى لبعض ظاهرات الجذب العصبى الحيوى ، فقد لوحظ أن بعض المراكز العصبية قد غير موضعه ابان مجرى التطور فنشأ الألياف المحركة فى العصب الوجهى قريب من مركز النخاع المستطيل فى

الأسماك الغضروفية ، ولكنه يقع فى أرضيتة فى الثدييات وهو قريب جداً فى الحالتين من نهاية المحاور الخاصة به ، أما سبب هذا فمسألة أخرى و يتجدد تحديد وتباين المراكز العصبية فى كل جيل ، وقد يحدث هـذا فى مواقع جديدة إذا انتهت المحاور فى مواضع جديدة ، وقد حصلوا على نتائج هامة فيما يختص بكيفية اتصال العصب بعضوه النهائى فى المجموع العصبى الخارجى و يناط ذلك بعاملين مختلفين فيتوقف نمو العصب نحو عضوه النهائى على عوامل غير نوعية ، و يتوقف اتصاله الوثيق الوظائفى به على عوامل نوعية فى العضو فإذا حرك أثر طرف للأمام أو المؤخرة فى جنين ذات الذيل Ambylostoma لما نمت الأعصاب المغذية إلى مكانه الأصلى بل إلى حيث يوجد الأثر فعلا بفرض أن لا يزيد مدى الحركة على قطاعين أو ثلاثة ، أما إذا زاد عن ذلك لأتت الأعصاب للطرف من مكانه الجديد ، ويظهر هذا الجذب الذى يحدثه الطرف على الأعصاب جلياً فى تجربة أزيل فيها النصف الأيمن كله من النخاع الشوكى عند التكور الجرثومى فى الضفدعة فلم تنم أعصاب الجانب الأيمن للطرف المؤخرى ، ولكن قامت الضفيرة الوركية اليسرى بإرسال ألياف عبر الخط الأوسط لتغذى ذلك الطرف المؤخرى ويظهر أن صوغ الضفيرة متوقف على عوامل كامنة فى الطرف ، وقد طعم فى تجربة أخرى جانب البدن فى علقة ذات الذيل Newt بالطرف المقدم قريباً من طرف مؤخرى سليم ثم قطع عصب هذا الأخير فلما تمت عملية الاصلاح قام هذا العصب بتغذية الطرفين (الأصلى المؤخرى والاضافى المقدم) ، وتختلف دقائق توزيع الأعصاب فى مختلف التجاريب فقد يغـذى القطنى الثالث الطرف المقدم المطعم به و يغذى هذا طبيعياً مقربات الفخذ وقابضات الركبة ، و يتضح من هذا أن الأعصاب تغذى عضلات غريبة عنها وتتجلى نفس النتيجة من تجاريب على ذات الذيل Ambylostoma فقد أزيل أثر الطرف المقدم إزالة جزئية عنـد طور

الزر الذيلى المبكر وطعم به نفس الجنين على بعد ٤ مقاطع فى اتجاه مؤخرى فتكون طرف فى الموضع الأصلى ، وهكذا أصبح للجنين طرفان مقدمان على جانب واحد وقد تغذى أعصاب الضفيرة العضدية الطرفين وتعمل العضلات المتشابهة سوياً فى آن واحد ، مع أن الأعصاب المغذية قد تختلف جداً وجذب العصب نحو الطرف أقل نوعية مما تظهره التجاريب فهو يحدث بتطعيم جانب البدن فى علقة ذات الذيل Ambylostoma بأثر عين أو نقرة أنفية ، وذلك بعد إزالة أثر الطرف فتنمو الأعصاب نحو الجزء المطعم به وتنتهى فى الأنسجة المحيطة به ، ويناط هذا الجذب الغير نوعى بنشاط وظائفى عال فى النسيج الجاذب ويشابه ذلك إجمالاً نمو الألياف العصبية فى القناة العضبية بالنسبة للتدرجات السابق ذكرها ، ويلاحظ أن انحراف العصب نحو نسيج مطعم به أقوى فى حالة الطرف عنه فى حالة العين ولا يجذب النسيج المحصب عصباً آخر نحوه كما تدل ذات الذيل Ambylostoma حيث أزيل أثر الطرف ثم طعم جانب البدن فى موضع وراء موضع الطرف العادى بأثر ذيل فلم تنم أعصاب ما نحو الذيل ، وربما كان السبب فى ذلك وجود قناة الذيل العصبية الصغيرة به ، ولا تجذب لنفس السبب الكتل العضلية الأعصاب فى حالة غرس طرف فى مكان غير عادى بل تقوم بذلك عضلات الطرف نفسه لأن الأولى عصبت بينما الثانية لم تعصب بعد ، وينتج اتصال وظائفى وثيق بين الأعصاب التى جذبها الطرف الذى طعم به مكان غير عادى وبين العضلات ، ولا يحدث ذلك الانصال الوثيق بين الأعصاب وبين العين أو الأنف بل تقوم هذه بجذبها نحوها فقط وتؤدى هذه الحقائق إلى أن الاتصال الوظائفى متوقف على عوامل نوعية فى الأنسجة المختلفة وربما كانت عوامل كيمائية .

تمد با خلايا العرف العصبى بكثير من نقرونات العقد الخلفية الجذعية ويتوقف تعددها المتوالى وتباينها على الكتل العضلية المتعددة ، فلو أزيلت هذه على الجد الجانبى

الجذع فى طور الزر الذيلى مع بقاء العرف العصبى سليما لما تكونت فى الجنين الناتج عقد جذعيه على ذلك الجانب ، وكذلك لا تتكون العقد طبيعياً إذا طعم جانب الجنين بنخاع شوكى لآخر أزيلت منه الكتل العضلية ، و إذا طعمت كتلة عضلية إضافية لتكونت عقدة جذعيــة إضافية وتمدنا بعض خلايا العرف العصبى بخلايا غمد الأعصاب الخارجة ، وقد أثبتت التجربة ذلك ، فإذا أزيل العرف فى منطقة البدن لما تكونت عقد جذعيــة ولا جذوع خلفية ولا أغماد للجذوع الأمامية وإذا أزيل النصف البطنى للنخاع لما تأثرت الجذوع الخلفية بل تحيطها الاغماد كالمعتاد وتؤدى إزالة العرف فى منطقة الرأس إلى نتائج تستلفت النظر ، ولكن يصعب تأويلها ، فإذا نزع العرف العصبى على أحـــد جانبى ذات الذيل Ambylostoma لاعترى تكوين غضروف العوارض الجمجمية فى مقدمة قاعدة الرأس وغضروف الأقواس الحشوية نقص ظاهر ، والمعروف أن خلايا العرف تمتد إلى الأقواس الحشوية فى الأطوار المبكرة ، وقد تتحول إلى خلايا غضروفية وقد طعمت البشرة الخارجية فى تكور عصبى بثنايا عصبية من منطقة الرأس فى تــكور عصبى آخر فأنتجت غضروفاً ونخاعاً وعقداً ، أما إذا كانت الثنايا مأخوذة من طور التكور المعوى المتأخر فلا تنتج إلا نخاعاً وعقداً خلفية أى أن القدرة على إحداث الغضروف تحل بعد تلك الخاصة بتكوين الأنسجة العصبية ودلت تجاريب أخرى على أن العرف العصبى يستطيع أن يحرض أنسجة أخرى كالبشرة الخارجة لتكون غضروفاً وأظهرت التجاريب أن الخلايا العرف العصبى فى منطقة الجذع مصير عتيد متعدد الاحتمالات .

يحدث التباين التـالى للمجموع العصبى بفضل الهرمونات ، فإذا لم يصل هورمون الغدة الدرقية لقدر كاف فى الإنسان لكان تكوين المخ غير تام ، و إذا أزيلت الغدة الدرقية فى فرخ الضفدعة لاحتفظ فى طور البالغ بنوع دماغ

العلقة وتصاحب التغيرات المكتسبة للشكل فى دماغ البرمائيـة عند عملية المسخ تغيرات نفسانيـة فقد تُعَوَّدُ علقات السمندر على أخذ طعامها من يد الانسان ، ولكنها تنسى هـذه العادة بعد المسخ مباشرة ويرجع هذا إلى تغييرات شكلية فى المجموع العصبى .

١٢ — العوامل الوراثية والتباين

أدت الدراسة التجريبيـة فى التكوين إلى القاعدة العامة التى تنص على تساوى انقسام النواة ولا يفهم كثير من نتائج عملية الاصلاح إلا بالالتجاء إلى هذه القاعدة ، وقد أثبت البحث وجود عوامل وراثيـة تعمل على إظهار بعض الخصائص الموضعية للكائن ويحدث أثرها فى مناطق خاصة ، مع أنها تغشى الجسم كله ، وذلك لأن التباين الأولى ليس نتيجة العوامل الوراثيـة بل نتيجة عوامل خارجية تسبب أولا وجود تدرجات تؤدى إلى إنتاج مناطق مختلفة كمياً فى البويضة ويتناول ذلك الاختلاف نشـاط العمليات ونسب المواد الموجودة كالمح وهناك عدة تدرجات فى بويضة ذات الذيل Newt تستقر قبل حلول طور الرقع وهى تتبادل العمل معاً لتنتج مجموعة معقدة لا تتساوى فيها أى منطقة مع الأخرى ويناط بهذه الفروقات الكمية الموجودة بين مناطق الجنين البدء فى عمليات التباين ولا تكفى عوامل الوراثة بمفردها لتعليل التباين ولا بد من إدماجها مع العوامل الخارجية والداخلية ، ويتجدد ظهور هـذه الأخيرة كنتيجة لعمليات التكوين فلم تكن مستترة فى البويضة الأولى ، وتمدنا الديدان الخيطية بمثل يوضح أثر بيئـة السيتوبلازم على الكروموسوم فيحدث هنا اختزال فى المادة الملونة فى كل الكتل الجرثومية ما عدا تلك التى ستكون الغدد الجنسية ولا داعى للدخول فى تفاصيل ذلك ، ويمكن القول بأن العوامل المسيطرة على إبقاء المـادة الملونة كلها فى

كروموسومات الكتل الجرثومية فى الديدان الخيطية لا تكمن فى النوايا بل فى السيتو بلازم ويتخذ هذا موقفا تجيب عليه الكروموسومات إما بالاختزال أو بعدمه .

يتجلى تعاون عوامل البيئة الخارجية مع عوامل الوراثة فى التكوين فى بعض التجاريب التى يتكون فيها الجنين فى وسط غير طبيعى ، فإذا تركت بويضة قنفذ البحر فى ماء البحر القليل الكاسيوم لتبعثرت الكتل الجرثومية الناتجة ولم يحدث تكوين ما ، وإذا أعيدت إحدى الكتل الجرثومية من طور الخلايا الأربع لوسطها العادى لكونت علقة صغيرة الحجم ، ولكنها متناسبة ولو عرضت بويضة الضفدعة أو بعض الأسماك لتأثير بعض المواد السامة لنتج مفرد العين والمعلوم من دراسة الحفريات أن للاسماك عينين منذ السيلورى وعليه تدل هذه التجارب على أنه مهما طال عهد العوامل الوراثية وهى تنتقل من جيل لجيل فإنها لا تحدث أثرها الطبيعى إلا إذا تبادلت العمل مع محيط نوعى طبيعى .

لا تقوى العوامل الوراثية فى ذاتها على بدء عمليات التكوين والتباين ، ولكنها تلعب دوراً إيجابياً فى السيطرة على هذه العمليات متى ابتدأت فى الظهور بل إن وجودها ضرورى لذلك ، فإذا لقح قنفذ البحر بحيوانين منويين لاحتوت البويضة على ٣ نوايا بكل منها عدد نصفى من الكروموسومات (ن) ، وتنقسم كل نواة إلى قسمين فينتج عدد ٦ ن من الكروموسومات توزع على الكتل الجرثومية الأربع التى تنقسم إليها البويضة مباشرة فتحوى كل كتلة جرثومية ١٫٥ من الكروموسومات ، وقد يكون مغزل الانقسام فى بعض هذه البويضات مثلثاً فتنقسم البويضة إلى ٣ كتل جرثومية مباشرة ، ودلت النتائج المستقاة من فصل هذه الكتل واختبار قدرتها التكوينية على أن كروموسومات المجموع النصفى مختلفة وظائفياً ، وأن وجودها بأجمعها ضرورى ، وفحصت المسألة من طريق آخر

بتجاريب على بويضات الضفدعة عرضت للاشعة المجهولة أو عرضت النواة لإصابات آلية ثم لقحت بحيوانات أصابتها الأشعة ، وتقعد هذه الحيوان المنوى عن لعب أى دور فى التكوين ، ولكن لا تتلف قواه المنشطة ، و إذا أصاب التأثير البويضة والحيوان المنوى معاً لكان التكوين غير طبيعى ، وقد أمكن تحديد الأطوار التى تزول فيها العمليات الطبيعية التكوينية : فوجد أن المادة الملونة ضرورية فى المغزل لإحداث الانقسام ، والجهاز النواوى الذى أصابه التلف هو الملوم فى جميع الأحوال ، وثم شواهد أخرى أباتتها تجاريب أجريت على علقات نتجت من تلقيح بويضة نوع ما بحيوان منوى لنوع آخر ، ويظهر هذا فى قنفذ البحر حيث يختلف هيكل العلقة نوعياً لدرجة عظيمة ، فيرى أن هيكل علقة نتجت من نوعين مختلفين وسط بين هيكل الوالدين ، وتظهر فى تركيبه بعض خصائص كليهما ، وبدهى أن الخصائص التى يشبه فيها الهجين أباه مسببة بعوامل أبوية وراثية ، ويمكن الحصول صناعياً على هجين فى طور الجنين أو العلقة وذلك بتطعيم جنين من نوع ما بقطعة من نسيج جنين آخر ، و إذا كان النوعان قريبين من بعضهما لكانت الأجنة الناتجة طبيعية لدرجة ما ، و إذا أجريت العملية قبل تحديد الأنسجة النهائى لتوقف الصوغ العام للتباين على ساحة الجنين أو ساحة المنطقة ، وتتوقف الخصائص الدقيقة للنسيج المتباين على التركيب الوراثى للنوع الذى ينتمى إليه النسيج ، ولا يشمل هذا التكوين فقط بل يشمل حجم الخلايا وشدة النمو النوعية للأنسجة والعلاقة الزمنية فى التكوين ، وهاك مثل للحالة الأخيرة ؛ فلو طعم جانب جنين من ذات الذيل بقطعة من منطقة القناة العصبية لنوع آخر منها أيضاً ؛ فقد تتباين القطعة فى مقرها إلى خياشيم تستبقى بعض خصائص نوعها الأصلى مع أن الأنسجة التى كونتها ما كانت لتنتج خياشيم ، ويبكر تكوين هذه فى الثانية عنه فى الأولى ، ولذا تتباين الخياشيم الناتجة من

التطعيم قبل خياشيم الجانب الآخر المنتمى للنوع الأول فهى لم تزل تحت سيطرة العوامل الوراثية . ويمكن إحداث جنين مركب بتطعيم النصف المقدم لنوع من الضفادع بالنصف المؤخرى لنوع آخر فيتصرف الجنين الناتج كوحدة فيما يختص بوظائفيته العامة . وينتابه المسخ ، فيتحول إلى ضفدعة كاملة ، ولكن تستبقى كل من الوحدتين المكونتين لها بعض خصائصها النوعية كالتلوين ، وشكل الرأس . وإذا طعم نصف بجانبى من ذات الذيل بآخر مثله من نوع آخر لتكوين Newt كامل ولكن تحتفظ الأنسجة ببعض خصائصها الدقية النوعية ، وكذا بخصائص نوعية مميزة للوضع . إذ أن وضع الأطراف يميز هذين النوعين عن بعضهما .

نبحث مسألة أخرى هى تحديد الوقت الذى تبدأ فيه عوامل الكروموسومات الوراثية تأثيرها على التباين ، وهناك نوعان من قنفذ البحر يختلفان اختلافا بينا فى بدء التباين المتشابه فى التكوين فيبدأ الانغماد فى أحدهما بعد التلقيح بمدة ٢٠ ساعة ويظهر الحشو المتوسط المشتق من المعى الأولى بعد ٢٢ ساعة . ويبدأ الانغماد فى النوع الآخر بعد التلقيح بمدة ٩ ساعات ، ويتكون الحشو المتوسط قبل ذلك بساعة أى قبل ابتداء التكور المعوى . وينمو الهجين الناتج من بويضة الأول وحيوان الثانى كالنوع الأول إلى آخر التكوين الجرثومى ؛ ويتكون الحشو المتوسط عند بدء انغماد المعى الأولى ، أى ليس من مكانه فى الأولى بل من موقع يشبه موقع تكوينه فى الثانية ؛ فالهجين وسط بين الوالدين ، ويبدأ الأثر الابوى عمله عند بدء التكور المعوى ، ويحتمل أن تبدأ العوامل الوراثية أثرها فى أواخر التكوين الجرثومى حينما تعود النسبة بين السيتوبلازم والنواة فى الكتل الجرثومية إلى ما كانت عليه قبل الإنضاج . ويظن أن بدء التأثير متوقف على هذه الظاهرة .

اتضح أن كثيراً من الفوارق الوراثية بما فيها من نتائج نوعية خاصة متوقف

على فوارق كمية فى سرعة فعل العوامل الوراثية ، وقد درست السيطرة الوراثيــة على سرعة بعض عمليات التكوين فى بعض الحشرات والحيوانات القشرية فنرى أن التباين الجنسى فى الأول متوقف على المباراة بين عمليتين (إحداث أنسـجة الأنثى و إحداث أنسجة الذكر) ، وتتوقف هذه فى ذاتهـا على عوامل وراثية (عوامل الانثى فى الـكرموسوم ى والذكر فى الـكروموسوم س) و يتفوق أحدهما فى التكوين العادى قبل حلول التباين ، و يمكن تغيير الاحوال بالتجربة وذلك بتلقيح أفراد من شعوب مختلفة ، فيتكون الفرد كأنثى لحد ما ؛ ثم ينقلب لذكر أو يحصل العكس أيضاً ، وكلما أسرعت عملية القلب كلما كانت أتم ، ووجد فى القشرية أن اختلاف لون العين سببه فوارق كمية فى ترسيب المـادة الملونة فى العين ، و يتوقف هذا على عوامل وراثية ، و يتضح هنا بجلاء التعاون بين العوامل الوراثية والبيئة لإحداث نوع ما من لون العين ؛ فهناك حد أدنى لدرجة الحرارة لا تتكون المـادة السوداء بعده وتبقى العين حمراء حقا ، و إذا كانت الحرارة متوسطة نتجت أنواع لونها وسط بين تلك التى ترى فى الميون البالغة ؛ فيؤدى العامل الواحد إلى تكوين كميات مختلفة من المـادة الملونة السوداء ، وذلك طبقاً لاختلاف الظروف ، وهناك حد أعلا لا تزداد بعده سرعة ترسيب المادة السوداء وقد ذكر الحد الأدنى قبل ذلك ، وقد يتوقف لون العين على علاقة بين عوامل ترسيب المـادة السوداء و بين أخرى تؤثر على سرعة نمو العين ، وتظهر القشرية نفسها ذلك وهو دليل على أن العوامل الوراثية لا تحدث أثرها الخص إلا فى بيئة سيتو بلازمية خاصة ؛ فليس فى النوع الأمهق مادة سوداء فى العين لأنها ترسب فى جزء خاص من العين لا وجود له فى هذا النوع فلم تتغير العوامل الوراثية بعملية التحويل ، بل حالت هذه دون ظهور المناطق الوحيدة التى تتأثر بالعامل الوراثى المحدث للون ، وقد تهذب سيتو بلازم البويضة عوامل نوعية فى

جهاز الأم الوراثى ، وأحسن الأمثلة على ذلك عدم التماثل فى بعض الرخوة ذات الغطاء الحلزونى واللفة الحلزونية ذات اتجاه أيمن فى ذلك النوع عادة ، وقد يحدث نوع ذو لفة يسرى ، ويتوقف الفرق بينهما على زوج من العوامل الوراثية يحدث أحدهما النوع الأيمن ويحدث الآخر النوع الأيسر ويؤجل أثر هذه العوامل جيلا فإذا كان الحلزون أيمن فى أحد الأبوين لكان الناتج أيمن بعد التلقيح الذاتى ، وينتج من ذرية هذا نوع أيمن (٧٥ ٪) وما بقى (٢٥ ٪) فأيسر ، وثم حالة مشابهة فى دودة القز حيث لون الغشاء المصلى فى الجنين متوقف على تكوين الأم الوراثى ، وليس للجنين دخل فيه ، ويحدث عزل هذه الخاصية المندلى بعد الخصائص العادية الأخرى بجيل واحد ، وقد تؤدى عوامل وراثية فى الأم إلى تكوين مواد فى سيتوبلازم البويضة فى بعض الأحوال كما يحدث فى بعض القشرية ، وهناك نوع أبيض من هذه لا يحوى مادة ملونة حمراء فى العين ولا أخرى خضراء فى البدن وهو تابع أو سلبى للنوع الملون ؛ فإذا لقح ذكر أبيض أنثى حمراء العين خضراء البدن لكان النسل كالنوع الأخير منذ البداية ، وإذا عكسنا عملية التلقيح كان النسل عديم اللون أولا ثم يكتسب اللون فيما بعد ، أى أن العامل الأبوى يحتاج لزمن ما لإحداث أثره فى حالة غيبة المواد الملونة فى الأنثى أما فى الحالة الاولى فبشير هذه المواد موجود فى سيتوبلازم البويضة .

يجب للكشف عن العمليات الأساسية المنوطة بعامل وراثى ما النظر إليه من الوجهة التكوينية ، فالخواص الظاهرة ليست مندلية حقاً بل نتيجة تبادل العمل بين العوامل الوراثية والبيئة المحيطة ، ولدراسة أثر أى عامل وراثى يجب دراسة الفرق فى التكوين ، والنتيجة النهائية التى يحصل عليها بإحلال عامل مكان آخر فى المجموعة ، وذلك فى بيئات مختلفة للوصول إلى تحديد العملية الأساسية التى يؤثر عليها هذا العامل وتراجع فى هذه المناسبة التجاريب السابقة على لون عين القشرية .

تنير لنا دراسة العمليات التكوينية السبيل لدراسة الوراثيات ، ولنأخذ مثلا لذلك من عمليات النمو ، ولقد تبين أن الاختلاف النسبى فى نمو منطقة أو عضو متوقف على تغيير فى تدرج النمو ينتاب هـذه المنطقة أو العضو وتؤثر العوامل الوراثية بتهـذيب الشكل العام للتدرج ، ثم التأثير على عمقه ولا شك أن هناك عوامل وراثيـة أخرى تهذب نمو مناطق التدرج الفرعية والخصائص الدقيقة وتتجلى قيمة هذه النظرة للحقائق فى الغنم إذ تظهر الأطراف بعـد الولادة تدرج نمو منطقته العليا فى المنكب وعظام الحوض والسفلى فى الطرف نفسه و يؤثر هذا التدرج على نمو العظام والعضلات و يفوق حجم البدن والمنكب والأفخاذ فى الأنواع التى هذبها الاستئلاف مثيله فى الأنواع الغير أليفة و يتوقف هذا كما دلت الدراسة التحليلية على ازدياد عمق التدرج الأصلى فيجب إذن البحث عن العوامل الوراثية التى تؤثر على تدرجات النمو فى الأطراف للوصول إلى تحسين محصول لحوم الغنم ولا شك فى وجود عوامل وراثية تؤثر على ساحات التدرج الأولى فى الجنين المبكر و بالتـالى على الحجم النسبى للساحات المتباينة كيمائياً ثم على نسب أجزاء الحيوان ولا يختلف الحجم النسبى لجزء ما فى أغلب الأحوال اختلافا تمثل علاقته بالجسم بالمعادلة حـ = س × ح ، بل بحجم الجسم مرفوعا لقوة أى حـ = س × ح^ن[١] ويؤدى فى هذه الأحوال اعتبار النسبة المئوية كخاصية قابلة للتحليل إلى نتائج خاطئـة وأظهر التحليل التكوينى أن العوامل التى ينتابها الاختلاف هى كمية المادة فى العضو وشدة النمو النسبية فى مختلف المستويات داخل كتلة المادة والعمليات الأساسية معنية بنسب الأبعاد البسيطة وليست بالابعاد نفسها وطبق هذا الرأى على تحليل حجم وشكل فاكهة نبت متسلق Gourd حيث ظهر أن التحليل الوراثى على قاعدة أبعـاد بسيطة يؤدى إلى نتائج مشوشة بينما يؤدى التحليل على

---

(١) فيجب البحث عن العوامل التى تهذب س ، ن .

أساس النسب بين الطول والعرض إلى تأويل بسيط للنتائج مبنى على عوامل شكلية وراثية قليلة العدد .

تظهر هذه الأمثلة العلاقة بين الوراثيات والفسيولوجيا التكوينيـة وتتناول الآن المندلية المستحدثة فعل العوامل الوراثية أثنـاء تـكوين البالغ من البويضة وليس ابان اختزال الـكروموسومات ولا يتم ذلك إلا بتعاون الفرعين .

القسم السادس

١٣ — التفريق بين الطور الوظائفى والطور قبل الوظائفى

تشمل العمليات الجديدة التى تلى تعضون السـاحات الـكلى والجزئى الذى يميز الأطوار الأولى فى التـكوين ، النمو والتهذيب الوظائفى الحق وتأحيد الـكائن بواسطة الأعصاب والغدد الصماء ، وقد يبقى تعضون السـاحات جنباً لجنب مع عمليات الأطوار اللاحقة فى بعض الأحوال ، وليس من الممكن علاج التـكوين إبان الفترة الوظائفية الآن لذا سنقوم بذكر أمثلة تبين أهم خصائص هـذه الفترة وتبدأ فترة النمو الحق فى الجنين أو العلقة عندما يقوى على إطعام نفسه أو يلجأ إلى الأغذية المتراكمة كما فى بعض البويضات أو تقوم الأم بعملية التغذية ، أما قبل ذلك فيحدث النمو بامتصاص الماء أو المح وقد تُحَدَّد الأعضاء بلا نمو ظاهر ويحل هذا بعـد تباين الأنسجة بكثير ، وتتوقف درجة التباين فى بعض الأحوال على الأقل على حجم الأثر الأول فإذا زيد حجم أثر الطرف بتطعيمه بأثر طرف آخر لازدادت سرعة تباين الطرف النـاتج الـكبير الحجم إذا قورنت بسرعة الطرف العادى الذى يمثله الجانب الآخر ، وإذا أزيل جزء من الأنسـجة فى الأطوار

المبكرة عند ما تغشى الجنين ساحة التدرج لما أدى ذلك إلى ضياع نسيج خاص لأن الجنين يستطيع أن ينظم حاله إذ ذاك إذ لم يتحدد أى نسيج بعد ، ولا يحدث التنظيم فى طور الرقع ، ولكن تظهر القدرة على الإصلاح بعد ذلك وهى متصلة بظهور القدرة على النمو عند هذا الطور ، ويجب التمييز بين التنظيم والإصلاح إذ يتناول كل منهما عمليات تكوينية مختلفة كما يعملان فى فترات مختلفة فى الحياة ويرتبط الإصلاح أحياناً بتكوين المجموع العصبى وعمله ، فإذا بترطرف ذات الذيل newt بعد طور العلقة أو فى البالغ لتناوله الإصلاح إذا كانت ألياف المجموع السيمپاتوى سليمة ولا تنهار قدرة الإصلاح بقطع جذوع الأعصاب الخلفية والبطنية ، بل تنهار بقطع العقد السيمپاتوية ، وإذا قطعت ألياف الضفيرة العضدية أو الوركية لانقطعت أيضاً الأعصاب السيمپاتوية خلف العقد ولا بد أن يتم إصلاحها أولا قبل بدء الإصلاح فى الطرف نفسه ، وتلعب المجموعة العصبية دوراً مماثلا فى إصلاح دودة الأرض إذ لا بد من وجود الحبل العصبى المقطوع لتستطيع هذه أن تقوم بعملية الإصلاح ، ولا يعرف الآن الدور الحقيقى الذى تلعبه المجموعة العصبية ، وهوصعب التحليل كما تدل الأمثلة السابقة (طرف ذات الذيل) ، ويجوز أن أليافاً من مركبة خاصة فى هذه المجموعة منوط بها عمليات إكساب الشكل هذه .

يناط بالنمو تباين آخر هو تغيير النسب ويتناول هذا خمسة عوامل على الأقل ١ . شدة نمو الأعضاء الفرعية التى تحدد أهم ظاهرات التوازن النموى بينها وبين الجسم (باب ١٠) ٢ . تدرج النمو الذى يؤثر على أجزاء العضو الواحد أو مناطق منفردة فى الجسم أو على الجسم بأجمعه ٣ . العلاقة الزمنية فى التكوين ويحدث هذا إجمالا فى اتجاه أمامى مؤخرى ، ولذا فالأعضاء الأمامية أكثر تبايناً من المؤخر به عند وقت ما ٤ . تختص بعض عمليات النمو مباشرة بمطالب العضو

الوظائفية وتؤدى هذه إلى اختلاف فى النسب ٥ . تؤثر السرعة النوعية لنمو نسيج ما على نمو الجزء المجاور له ، ويوضح ذلك تجربة طعمت فيها كؤوس بصرية مع جرثومية خارجة مكونة للعدسة من نوعين مختلفين فى سرعة النمو من ذات الذيل Ambylostoma فيحدث الكأس البصرى السريع النمو ازدياداً فى سرعة نمو العدسة البطيئة والعكس صحيح ، أما تغيير عمليات النمو بالعوامل الآلية فظاهرة معروفة نذكر منها تشويه الجماجم الصناعى والشفاه والخصر والأقدام وغير ذلك مما تقوم به البيئات المختلفة ، ونشير هنا إلى أنه إذا ربيت علقة ذات الذيل Axoltol بحيث لا يمس الماء ظهرها لسقط الزعنف الخلفى بتأثير ثقله واتحد مع جلد الظهر ، ولكن تختلف هذه الحالات فى تركيبها الداخلى والدقى عن تلك الناتجة من المسخ العادى ، ولو أنهما متشابهتان ظاهرياً ويُقَرِّبُ تأحيد الكائن بالمجموع العصبى بين الأعضاء المختلفة من الوجهة الوظائفية ويصبح الكائن ذا علاقة دقيقة الاتزان مع البيئة المحيطة به ، وللتأحيد بالدورة الدموية نفس الأثر ، وقد يسبب تنافساً بين المناطق والأعضاء للحصول على الغذاء مما يؤثر على النمو تأثيراً بعيداً .

تؤثر نتائج استقرار الدورة تأثيراً بعيد المدى فى التكوين وذلك على الأقل فى الفقريات ، فهى تحمل الهورمونات ذات الأثر البعيد على عملية إكساب الشكل وتتكون الهورمونات فى غددها وتُقْذَف إلى الدم باستمرار كما فى الدرقية فى الإنسان وإذا لم يصل الإفراز للحد الأدنى لتأثر الطفل كما هو معلوم ، وقد تتكون الهورمونات دورياً مثل النخامية الأمامية المنوط بها تنبيه نمو الحويصلات المبيضية ، وقد تتكون بمقادير مختلفة تتوقف على تنبيه عصبى للغدة ويتوقف هذا على منبهات خارجية فينبه الظلام النخامية الخلفية فى البرمائية فتحدث هورموناً يؤثر على خلايا اللون فيمددها ويسبب فى التكوين تكاثراً إضافياً لهذه الخلايا

وهناك نتائج مشابهة أحدثتها نفس الظروف فى الأسماك والسمندر و يحدث بعد عملية المسخ فى الأخير تنظيم مداه إحداث النوع النموذجي فى اللون و يدل هذا على أن التكاثر الوظائفى لخلايا اللون ذو قيمة فى أطوار معينة ، وقد يحدث تغيير مفاجيء فى نشاط غدة ما عند طور معين فى التكوين كما فى علقات ذات الذيل حيث تحل عملية المسخ المفاجئة نتيجة دفع إفراز الغدة الدرقيــة المتراكم إلى الدم. و يختلف هذا عما يحصل فى عديمة الأذناب حيث يزداد نشاط الدرقية تدريجياً إبان حياة العلقة فلا يحدث تغيير عظيم مفاجيء كما يحدث فى ذات الذيل وتختلف نتائج فعل الهورمون على الشكل ، ومن أظهرها ما يناط به أحداث المسخ فى البرمائية حيث يحدث نمو وتباين الأعضاء أو ضمورها بفضل هورمون الدرقية وتتدرج النتائج من وقتية وظائفية إلى تلك البعيدة المدى المكسبة للشكل و يرتبط عمل الهورمون فى إكساب الشكل بالتدرجات المختلفة النوع الموجودة قبله ففى الضفدعة مثلا منقطة من البشرة الخارجة يتنابها التكاثر بينما تستحيل أخرى تحت تأثير الدرقية ويتعين هذا الاختلاف الموضعى فى الإجابة على الهورمون مبكراً جداً .

هناك طور وسط بين التأثير الكيماوى بالملاصقة كتحديد العدسة بالكأس البصرى و بين نتائج هورمونات الدم و يشاهد ذلك فى انثقاب الغطاء الأيمن لخياشيم فرخ عديمة الذيل إبان عملية المسخ وتتكون أثار الطرف المقدم تحت هذا الغطاء وتظهر اليمنى من ثقب خاص فيه ، ولكن يتكون الثقب أيضاً بعد إزالة أثر الطرف الأيمن المقدم ، ويدل هذا على أن الانثقاب لا يرجع سببه إلى ضغط آلى للطرف بل إلى مادة تفرزها الخياشيم الضامرة وقد طعمت هذه الخياشيم تحت جلد ظهر الحيوان فسببت انثقاباً كما تحدث نفس النتيجة أعضاء أخرى فى طور الضمور كعضلات الذيل إبان امتصاصها .

نبحث الآن أثر المجموع العصبي الغذائي ويلاحظ أن المجموع العصبي ليس ضروريا لتكوين أطراف البرمائية فى الجنين مع أن وجود الألياف السيمپاتوية ضرورى لعملية الإصلاح فى أطراف ذات الذيل Newt البالغة ويجذب الطرف كما نعلم محاور الأعصاب ، ولكن قد يتكون أثر الطرف الخالى من أى ألياف عصبية ، وبرهن ذلك بتطعيم المسافة الليمفاوية فى علقة ضفدعة بأثر طرف من أخرى أو بإزالة القناة العصبية تجاه منطقة الطرف فى ناحيــة أو ناحيتين فى طور التكور العصبي ويتباين الطرف تباينا طبيعيا فيحوى جميع الأنسجة المختلفة الخاصة به غير أن حجمه صغير أى أن أثر الأعصــاب غذائى ، وليس بمكسب للشكل ويشبه أثر العصب هنا أثر هورمون الدرقيــة على نمو الطرف فى علقات عديمة الأذناب ، وثم نتيجة أخرى لأثر نهاية العصب فهو ينبه تكاثر خلايا الأعصاب فى النخاع الشوكى (باب ١١) فى ذات الذيل Ambylostoma وتصبح الصــلة العصبية فى بعض حالات ضرورية للابقاء على تركيب العضو ونســيجه فتضمر العضلات مثلا إذا قطعت أعصابها المحركة ، وخير ما درس فى هذا السبيل الخط الوحشى والأزرار الذوقية فى شوشة بعض الأسماك إذ ينحل تباينهــا إذا قطعت أعصابها ، ثم تتباين ثانية عند ما يستعيد العصب قدرته على العمل بعد الاصلاح ويمر المنبه المغذى من بدن الخلية عبر العصب بسرعة ٢ سم فى اليوم ولا يسببه المنبه العصبى العادى بل يسببه هورمون أو مايشابهه ولاتزال آلية هذه العمليات غامضة إلا أن قيمتها هنا ظاهرة إذ يتجلى لنــا ظهور طرق جديدة للسيطرة على التكوين بمجرد اكتساب المجموع العصبى القدرة على القيام بوظيفته وتتناول هذه عمليات مختلفة كالتكاثر الموضعى للخلايا والاصلاح والإبقاء على التباين فى الأعضاء .

يؤثر القيام بالوظيفة نفسه على تــكاثر الخلايا وعلى حجم الأعضــاء ، ومظهر الخلايا الدقى وترتيب الخلايا والأنسجة فى الأعضاء والتضخم المكافىء أظهر مثل

لذلك كما يشاهد فى الكلى ، فإذا أزيلت كلية واحدة ازداد حجم الثانية كثيراً وإذا اضطر عضو ما للقيام بعمل يفوق عمله العادى لتضخم كازدياد حجم العضلات المخططة من جراء القيام بعمل شاق ، وقد يتأثر اتجاه ألياف العضلات المخططة بوظيفتها التى تقوم بها كالشد على الألياف بسبب نمو العظام المتصلة بها ، ووجد بالتجربة أن الخلايا الضامة فى مستنبت نسيجى تُكَثِّفُ نفسها فى اتجاه خطوط القوى الضاغطة وترتب الألياف نفسها فى الاتجاه الطولى لهذه التكثفات وتتكاثر الخلايا بسرعة عظيمة فى هذه المناطق إذا كان الوسط معرضاً لضغط أو جذب وتماثل هذه الحالة ما يحدث فى إصلاح الأوتار تجريبياً فإذا قطع وتر العرقوب فى حيوان ما لامتلأت المسافة بين طرفيه بدم وخلايا أكالة مما يشبه المستنبت النسيجى وسرعان ما تظهر الخلايا الضامة واتجاهها أولا مشوش ثم تكون حزماً متوازية بفضل جذب العضلة على أحد الطرفين المقطوعين ، وإذا منع هذا الشد لا يتكون الوتر الجديد ، وإذا وضع خيط من الحرير عمودياً على الوتر الأصلى وجذب بلطف ولكن باستمرار لرتبت الحزم الليفية المتكونه نفسها طبقاً لاتجاه الضغط الصناعى ويتكون وتر عمودى على الوتر الأصلى وتدل هذه الشواهد وغيرها على أنه من المحتمل أن يتأثر حجم ألياف الأوتار واتجاهها فى الجسم بعامل وراثى ولكن يظهر هذا من جديد فى كل فرد بواسطة القوى الماطة والضغط التى تقع تحتها إبان التكوين ويحدد تركيب العظام بنفس الطريقة ، ولكن شكل العظام العام محدد بكل دقائقه بالتباين الكيمائى وهناك انخساف فى بعض عظام الطيور بسببه ملاصقتها لعظام أخرى ، ولكن تظهر كل النتوءات بما فيها المفصلية فى العظام المنفصلة فى مستنبت نسيجى ولا بد من القيام بالوظيفة لاستكمال النسيج الدقيق للعظام كما أن ذلك ضرورى لنموها الطبيعى ، وإذا وقعت الساق تحت تأثير وظيفة تختلف عن وظيفتها الأصلية (كما يحدث فى الساق المؤخرية فى صغار الكلاب التى تولد

بلا أطراف مقدمة) لا كتسبت الأطراف المؤخرية بفضل وظيفتها الجديدة نسباً كنسب الأطراف المؤخرية فى الكانجارو .

لا يعرف مدى تحديد المجموع الوعائى بالتباين الكيمائى ، ولكن من المؤكد أن جل تباينه الدقيق كحجم الأوعية وازدياد التفرع والمسار الذى تتبعه متوقف على ضغط السائل إذ يكيف هذا الأوعية بحيث تكون مقاومتها لسير الدم أقل ما يمكن ولنذكر أمثلة على التغييرات الوظائفية المتعلقة بشكل الخلايا وحجم العضو وتكوين أجزائه فتظهر الأولى أثر السائل على جدران العضو الذى يحويه والمعروف أن مثانة الكلب العادية تفرغ ٢٥٠ سم٣ يومياً وأن سمك جدرانها المكونة من خلايا عضلية ملساء يبلغ ½ مليمتر ويمكن بواسطة أنبوبة متصلة بداخل المثانة إدخال كميات كبيرة من السائل فيرتفع الضغط الداخلى ، وقد تصل كمية السائل الذى تفرغه يومياً ٥٠ لتراً وتزداد الجدران سماكة تحت ظروف التجربة حتى لتبلغ عشرة أمثالها كما تكتسب خلاياها الملساء تخطيطاً يشابه تخطيط عضلات القلب وتنبض المثانة كلها بانتظام وثم مثال آخر ربيت فيه علقة السمندر فى ماء قليل الأكسيجين فشوهد أن الخياشيم الخارجية لمثل هذه العلقات كبيرة جداً مع أن خياشيم تلك التى ربيت فى ماء كثير الأوكسيجين صغيرة جداً ولوحظ أيضاً أن شعريات الخياشيم الأولى كبيرة وقريبة من السطح الخارجي كما أن البشرة الخارجة وأندوثيليم الشعريات رقيقة ، وسبب ذلك تسهيل انتقال الغازات عبرها أما الحالة فى الخياشيم المختزلة فعلى عكس ذلك .

ليس هناك حد فاصل بين هذه الإجابات الوظائفية ذات الأثر البعيد على اكتساب الشكل وبين العمليات التكييفية الوقتية ذات الصبغة الوظائفية والتى لا أثر لها على الشكل كتمدد الأوعية الموضعى المؤقت ، ويلاحظ أن العضو الواحد قد يجيب على منبه ذى شدة ما بتغير فى الشكل ، ولكن لا يقوم بذلك

فى حالة أخرى لنفس المنبه ، فلا تتضخم العضلات إلا إجابة لحاجة شديدة عهد بها إليها ، ولا تؤدى الحركات ذات الأثر الآلى القليل بفرض سرعتها واستمرارها إلى التضخم كما يشاهد فى لعب البيانو وشغل الإبرة ، ويحدث التكييف الوظائفى فى حدود معلومة حددتها الوراثة ، فتجبب الدرقية سريعاً لما يلقى عليها من مسؤولية بأن تكثر أو تقلل إفرازها وحجمها ، وقد أمكن الحصول بالاختيار على أنواع من الحمام يختلف فيها حجم ونشاط الدرقية تحت تأثير الظروف الخارجية المتشابهة ، وقد يكون التهذيب الوظائفى نشيطاً جداً فى مجموعة ما من الحيوانات ويكاد يختفى فى أخرى فلا تستطيع الحشرات كاملة الانقلاب أن تحدث تكييفاً وظائفياً فى هيكلها إبان التكوين فأجزاؤها الصلبة مكونة حقاً منذ خروجها من الشرنقة ، ولا يحدث نمو ما بعد ذلك ، وينطبق هذا على عضلاتها فهناك إذن فرق عظيم بين تكوين الفقريات والحشرات العليا فيحدد الجنين فى الأولى إجمالاً بواسطة التباين قبل الوظيفة وتضاف إلى ذلك فيما بعد الدقائق الملائمة بالإجابة الوظائفية لما يتطلبه الموقف من الأجزاء ، أما فى الثانية فيحدد أغلب التركيب بما فيه الدقائق الملائمة بالتباين الكيمائى بلا مساعدة أخرى ، وهناك فروقات هامة أخرى فى تكوين المجموعات المختلفة فتلعب الهورمونات دوراً هاماً فى الأطوار المتأخرة فى عملية إكساب الشكل فى الفقريات ، ويظهر أن عملها ثانوى فى الحشرات ، ويحدث فى الفقريات أيضاً نمو تفاوتى فى الأعضاء القائمة بوظيفتها يؤدى إلى تغيير فى النسب يحدد شكلها فى البالغ ويستمر ذلك لمدة طويلة فى تاريخ حياة الكائن ، أما فى الحشرات الكاملة الانقلاب فلا يحدث نمو ما فى الأجزاء المتباينة ولا بد أن يتم تحديد النسب فى طور الشرنقة .

١٤ — ملخص

إن التكوين الجنيني حادث حقاً إذ يتناول خلقاً جديداً لتعضون معقد وهو أيضاً أزلي من وجهة واحدة ، لأن البويضة لا تنتج كائناً يختلف في نوعيه عن الأبوين والتكوين نتيجة تبادل العمل بين جهاز نوعى وراثى و بين البيئة المحيطة و يؤدى أى تغيير فى أحدهما إلى تغيير فى النتيجة النهائية و يتقدم التحديد تدريجياً وتكتسب البويضة تعضوتاً موحداً فى شكل ساحة التدرج حيث يغشى مادة البويضة تفاوت كمى أو أكثر فى اتجاه واحد أو أكثر ، وتركيب البويضة يؤهلها لاحداث ساحة تدرج من نوع خاص ويتوقف موقع التدرجات على عوامل خارجيـة وتكون بويضة البرمائية تدرجاً ذى جانبين ، وذلك بإقرار الهلال الرمادى على خط عرض خاص من خط طول معلوم ، ويعين الخط الطولى دخول الحيوان المنوى ، أما الخط العرضى فيحدده التدرج المحورى الأولى بفضل عوامل كامنة فى المبيض ، ولا يمكن أن تكتسب بويضة الحيوان ذى التماثل القطرى تماثلا جانبياً وتختلف طبيعة العوامل التى تحدد موضع المحاور المختلفة التى تشتمل عليهـا ساحات التدرج فقد تسببها الأم أو تسببهـا عوامل بيولوجية كدخول الحيوان المنوى أو عوامل خارجية طبيعيـة كما فى عشب البحر ، وعلى كل فهى خارجة عن البويضة وقد تعمل فى أوقات تختلف نسبياً مع التلقيح و يؤدى هـذا إلى ظهور عمليات كيمائيـة تتقدم تفاوتياً فى البيئات المختلفة كمياً والكامنة فى مختلف أجزاء ساحة التدرج إلى أن تحدث فوارق نوعية ولا تكون هذه الفوارق ظاهرة فى مبدأ الأمر ويظن أنهـا كيمائية ، وتسمى هـذه الخطوة بالتباين الكيمائى و يلوح أن هذه الفروقات الكيمائية قابلة للانعكاس ، ولكنها تصبح ثابتة بعد حين ويحتوى الكائن منذ هذه اللحظة على رقع متباينة كيمائيا يكون

كل منهـا نسيجاً واحداً أو عدة أنواع محدودة من الأنسجة وسميت هـذه بالساحات الفرعية .

ينتج طور الرقع هذا بفضل منطقة مسيطرة أو معضون وقد يحدد هذا شكل ومدى ساحة التدرج التى ينتابها التباين الـكيمائى كما يحصل فى إصلاح الديدان الشريطية أو يتفاعل مع ساحة تدرج سبق تحديدها فى موضع آخر كما فى حالات تطعيم معضون البرمائية ويقوم المعضون بعمله عن بعـد كما تؤثر رأس الديدان الشريطية فى عملية الإصلاح على الجزء المقطوع وقد تتعاون مع هـذه التأثيرات أخرى تنتج بالملاصقة كما يحدث إذا ما استقر معضون البرمائى تحت جزء معين من النصف الحيوانى فيحدده تواً تحديداً نهائياً ليكون المجموع العصبى .

تهذب العوامل الخارجية التدرجات ويؤدى هذا التهذيب إلى تغييرات فى الأنسجة الناتجة كتغيير النسب وضياع بعض المناطق وهنا تحديد سابق لإحداث أنسجة خاصة تحت ظروف خاصة ، ويتوقف موقع الأنسجة الدقيق على شكل التدرج فى مجموعة الساحات ، ويحدث التباين متى حل دور الرقع بتأثير بقعة ما على ما يجاورها من بقع (تحريض تكوين العدسة من الخارجة بالـكأس البصرى) ويحدث التنظيم البعيد المدى أبان الفترة التى يمثل فيهـا معضون الجنين بساحة واحدة ، ولا يمكن ذلك بعد التباين الـكيمائى النهائى ، ويختلف موعد حلول هذا الأخير اختلافا بيناً فى الأنواع المختلفة ، فيحل فى البرمائية أبان التكور المعوي وفى الأسكيديا عند التلقيح ، ولا تكون حتما كل خـلايا الساحات الفرعية بعد اقرارها العضو الخاص بالساحة نفسها ، فيستطيع الطرف فى البرمائية أن يتكون من خلايا أكثر انتشاراً من تلك التى تكونه فى الحالة الطبيعية ، كما تتداخل حدود الساحات الفرعية فتقوى كمية ما من خلايا أثر طرف صغير الدجاجة على أن تساهم فى تكوين فخذ أو ساق طبقا للظروف ، وقد تتكون تدرجات فى هذه

الساحات وتضعف قدرة الخلايا فى ساحة الطرف المقدم على تكوين الطرف كلما ازداد بعدها عن مركز ثانوى فى الساحة ، وينطبق هذا على ساحات كثيرة .

إن التنظيم مستطاع داخل الساحات الجزئيـة إلى وقت معلوم ، ولـكن باستمرار التـكوين تنقسم كل من هذه إلى ساحات صغيرة ذات مصير محدد ، كساحة الساق والقدم التى تنتج من ساحة الطرف المؤخرى الأولى ، وتمر كل بقعة فى طور الرقع من حالة التباين الـكيمائى الغير ملموس إلى التباين التام الظاهر وذلك بفضل التباين الدقى ، وهكذا تصل إلى الطور الوظائفى ، وتبدأ فى العمل بعد ذلك عوامل جديدة كثيرة مكسبة للشـكل ، ويستعيد الـكائن كثيرا من من القدرة على التنظيم باكتسابه القدرة على الاصـلاح ، وكان قد فقدها أبان مروره فى طور الرقع ، ويبقى نوع التعضون الخاص المميز لطور ما ، ويستمر جزئياً أو كلياً فى الأطوار التالية فتطغى المجموعة التدرجية للجنين على الساحات الجزئية كالطرف والثنايا العصبية والأذن والخيـاشيم والقلب لتحدد محورها ، وهناك ساحات عامة فى بعض الحيوانات البالغة كالديدان الشريطية ، وقد تظهر فى أطوار لاحقة فى أنواع أخرى فى شكل تدرجات تغشى كل الـكائن ، وتؤيد ظاهرة الاصلاح استمرار الساحات الجزئية الـكامنة فى طور الرقع إلى طور البالغ ، ويؤيدها كذلك وجود تدرجات موضعية للنمو فى الساحات المفردة ، وكذا بصفة خاصة ظاهرات فى ذات الذيل newt (قد يكون زر الاصلاح الغير متباين الناتج من طرف مبتور ساقا إذا ما طعمت به منطقة خاصة حول الساق ، ويحدث ذيلا إذا طعمت به قاعدة الذيل) .

ابتدأ روكس علم الأجنة التجريبى كفرع مستقل ، وميز علماء آخرون أنفسهم فى الطور التالى مثل دريش ، بوفيرى ، ولسون ، هربرت ، ومورجان وبراشيه ، وجنكنسون ، وتراكم فى ذلك الطور كثير من الحقائق ، وبرهن أن

التكوين حادث وليس أزلياً ، وتزعم سبيمان وهاريسون الطور الثالث ، ووُصِلَتْ حقائق الإصلاح بحقائق التباين الجنينى بفضل نظرية تشيلد كما سدت نقصاً كان ظاهراً فى نظريات الموضوع بتمهيدها لفرض وجود الساحات فى التكوين المبكر ، ثم ظهرت علاقات مستمرة بين الدراسة التجريبية والفسيولوجيا ، وخصوصاً مع الهرمونات والنمو والوراثيات ، وهنا قد ابتدأ الطور الرابع وسَيُبْنَى فيه الجسم حول هيكل المبادىء العامة التى وصلنا إليها بفضل البحث المستمر ، وبخاصة عن الأساس الطبيعى الكيمائى للمبادىء البيولوجية التى اكتشفت فى الاطوار الأولى .

ملحق

١ — التكور المعوى الخارجى فى البرمائيـة — اكتشف هولتفرتر (١٩٣٣) أنه يمكن الحصول على تكور معوى خارجى بنزع التكور الجرثومى لذات الذيل Axoltol من أغشيته ووضعه فى محلول رنجر ٣٥ر٠٪ ، فلا تنغمد الداخلة بل تتجه للخارج تاركة الجرثومية الخارجة فى شكل كيس خاو أجوف ويظهر الميل للانقباض فى المنطقة الحافية مكوناً خاصره بين الخارجة والداخلة الوسطى منذ مستهل التكور المعوى ، وتصبح هذه رفيعة فيما بعد ، وربما انقطعت من تلقاء نفسها ، وتستمر الحركة الاجمالية للمناطق المختلفة فى القيام بعملها فى التكور المعوى الخارجى ، وهى التى تتمخض عنها عملية التكور المعوى العادى ، وقد تغير العمل المتبادل بينها باختلاف الظروف ، فتمتد مثلا منطقة المعضون التى تكون الجزء الخلفى للمنطقة الحافية كلسان على الجانب الخلفى للداخلة الوسطى ، ثم تستقر فى ميزاب تنمو فوقه الداخلة ، ويثبت هذا أن آلية التكور المعوى محددة فى المواقع المحلية المختلفة ، ويحتوى الجنين الخارج الناتج على جزئين مختلفين ، فتكون الخارجة كتلة مجعدة يكاد تجويفها ينعدم وليس بها أثر للقناة العصبية ولا سماكة

الصفيحة العصبية ، ويشبه الجزء الآخر (الداخـلة الوسطى) جنيناً حقيقياً ذا مناطق محددة كالرأس والخياشيم ذات الشقوق والذيل والجذع ، ولكن تركيبها الدقيق غير طبيعى وهى مقلوبة للخارج ، فسطحها الخارجي مشتق من الداخلة ، ونحوى هـذه كتلة صلبة (حبل ظهرى) وكتلا بدنية وغضروفا وحشوا أوسط ، ويلاحظ أن هذه وسيلة لفصل الخارجة عن الداخلة الوسطى عند مستهل التكور المعوى ، وهى تمدنا بأجنة كاذبة بها كل ما تنتجه الداخلة والوسطى وينقصها طبيعة النسيج العصبى وتهدينا إلى تجربة طبيعية لا يمكن اجراؤها صناعيا ألا وهى قلب الداخلة والوسطى .

لا تتباين الخارجة فى هذه الأحوال ولا يتكون المجموع العصبى ، وتتباين على عكس ذلك الداخلة الوسطى ذاتياً ، وتكتسب الأنسجة قدرتها الوظائفية فى غيبة النسيج العصبى وهذا أمر جدير بالاعتبار ، وتحدث بنظام الحركة الدودية الذاتية فى اندوثيليم المعى المتجه للخارج ، ويرجع السبب فيهما إلى العضلات الملساء الرابضة تحته ، وهكذا ظهرَ لأوّل مرّة ، استقلال تباين هـذا النسيج الوظائفى عن الأعصاب ، ولا تنقبض العضلات الهيكلية قطعا لا من تلقاء نفسها ، ولا بتأثير منبه أيا كان نوعه ، وتحدث بعـد ذلك الاستحالة الرجعية فى العضلات ، كما تحدث تماماً بعد فقد الأعصاب ، ويدل هذا على أن تباين العضلات الدقى يحدث فى غيبة المجموع العصبى ، ولـكنه لا يستقر ، أما النشـاط الوظائفى فلا يحدث ، وتركيب الجنين الخارج غير طبيعى رغماً عن تباين الداخلة الوسطى الذاتى ، فعضلات الرأس والجذع ليست متتابعة الـكتل ، كما أن اتجاه الألياف غير منتظم ، ويكون غضروف الرأس كتلة واحدة غير منتظمة ، كما لا أثر للغضروف المشتق من العرف العصبى ، وتظهر الغدة الجنسية فى شكل كتل صغيرة وثيقة الاتصال بقنوات الـكلى الأولى ، ولم توجد مثانة

صفراوية ، ويظهر الزر الذيلى المخروطى بطريقة تكاد تكون عادية ، ولكن سرعان ما يقف نموه ويمتص ، وعلل هولتفرتر ذلك بغيبة القناه العصبية ، وبخاصة الحشو الأوسط المشتق من العرف العصبى . ولا توجد الأسنان بأى حال ، ويدل هذا على ضرورة وجود الخارجة لبدء تكوينها ، وتظهر أزرار الذوق فى البلعوم ، أى أنها ليست مشتقة من خارجة هاجرت من مكانها ، وتظهر الشقوق الخيشومية ، ويدل ذلك على أن أصلها متوقف على البلعوم ، ولا علاقة لها بالخارجة ولكنها تختفى فيما بعد ، إذ أن بقاءها منوط بملاصقتها للخارجة ، ويندر وجود أنسجة من المجموع الوعائى ، والمعروف أن ضربات الأهداب فى الجنين الطبيعى تتجه من المقدمة للمؤخرة ، ولكنها غير منتظمة فى الحويصلات الخارجة التامة الانفصال ، ويدل ذلك على أن هناك تقطباً ترغمها عليه الداخلة الوسطى الكامنة أسفلها ؛ ويظهر هذا فى حالات التكور المعوى الخارج الغير تامة ، إذ يقع جزء من الداخلة الوسطى أسفل الخارجة ، ويكون الاتجاه طبيعيا ومنتظما فى هذه الأجزاء ، ولكنه ليس كذلك فى باقى الخارجة .

يندر أن يوجد تكور معوى خارج كامل ، ولكن يمكن الحصول على الأطوار المختلفة من انعياد بسيط إلى أجنه طبيعية ، وأخذت فى عدة تجاريب أجزاء من الخارجة التى لم تحدد بعد من تكور معوى عادى مبكر ، ووضعت فوق مناطق مختلفة من (الحبل والوسطى) الناتجة من الداخلة الوسطى فى تكور معوى خارج ، فتباينت هذه الأجزاء طبقاً للمضون القابعة فوقه ، مهما كان مصدرها ، فكونت دماغاً إذا وضعت على الجزء الأمامى من المضون ، وبهذا الدماغ عينان وحفرات أنفية وحويصلات سمعية ، وهكذا الحال فى منطقة الجذع والذيل ، إذ تتباين إلى نخاع شوكى وذيل ، وبذا برهن التباين الموضعى للمضون

فهناك معضون للرأس وللجذع وللذيل ، وتتصرف الداخلة التى قد تعلوها مثل هذه الخارجة تصرفا عاديا ، فتكون قطبيتها هنا عادية ، كما تتكون معى صغيرة ، ويستنتج من هذا أن الترتيب العادى للطبقات الجرثومية فى التكوين منوط به تحديد القطبية الطبيعية للمعى وتكوين تجويفه ، والظاهر أن هذا آلى فى طبيعته ، وأهم ظاهرة فى هذه الأحوال هى عدم تباين المجموع العصبى ، خصوصاً إذا أضفنا لذلك ما أثبتته تجاريب أخرى من وجود تحديد غير مستقر للثنايا العصبية ؛ ويعتقد هولتفرتر أن وجود المعضون المنغمد ضرورى لأحداث الثنايا العصبية ، ولا داعى لفرض وجود تحديد غير مستقر ، أى لا يوجد تأكيد مزدوج فى تكوين الثايا العصبية .

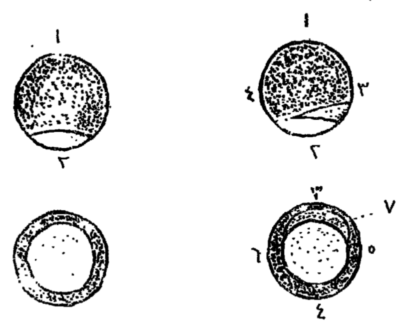
٢ — خصائص المعضون فى الأنسجة الحية والمائتة ، أثبت هولتفرتر (١٩٣٣) استطاعة الأجزاء التالية التحريض على تكوين الأجنة الثانوية أو أجزاء منها فى تكور البرمائية المعوى (١) جميع أجزاء بويضات البرمائية التى لم تنقسم والتى تجمدت بالغلى (٢) كل أجزاء التكور المعوى فى البرمائية بعد أن وضعت ٦ أشهر فى كؤول ٧٠ ./. ، ثم عولجت بزيلول وغرست فى الشمع ، ثم أرجعت تدريجيا للماء . (٣) قطع غليت من عضلات بعض الحلقيات والرخوة . (٤) خلاصة عديمة الخلايا ومجاطة بالحرارة لبعض القشرية وشرنقة الفراش . (٥) قطع من أعضاء بعض الأسماك التى بحثت إما طازجة أو مغلية (٦) قطع حية من كبد ودماغ وشبكية علقات البرمائية ومن كبد ومبيض وقلب البالغ منها (٧) قطع حيــة من كبد وكلى وخصية وغير ذلك من أعضاء الحيات والطيور والفيران وكذا خلاصة جنين الطيور المجلطة (٨) خلاصة كبد العجل المذبوح . (٩) أجزاء مغلية مأخوذة من عدة أعضاء فى الثدييات (١٠) قطع من كبد ودماغ

وكلى ولسان ورقبة آدمى حديث الوفاة ، ولـكن لم يعثروا على مادة نباتية تقوى على العمل كمعضون .

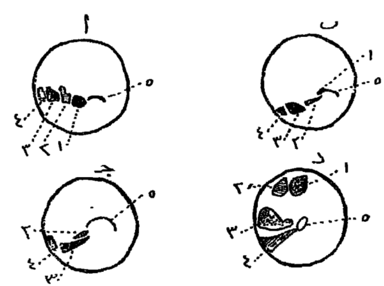
٣ — تكوين الفم فى البرمائية — نشير هنا إلى بحث « ستور » (١٩٣٣) فى تكوين الفم فى ذات الذيل Ambylostoma فقد تبين له بتجاريب التطعيم أن منطقة الفم مكونة من داخلة وخارجة ، وأن الأسنان تتكون من الأخيرة فقط . ويتوقف تحقيق قواها على الداخلة الـكامنة تحتها ، والا لـكونت بشرة خارجة عادية ، وإذا أخذت قطعة من الداخلة : (مقدم جدران المعى الأمامية) وأضيفت إلى تكوز جرثومى لاستطاعت أن تكون فما بتفاعلها مع الخارجة فى منطقة القلب وإذا لم تنجح هـذه فى التحريض على تكوين فم لـكونت أجزاء من الداخلة كالتجويف الفمى والبلعومى والمرىء وأزرار الذوق ، ويلاحظ أنه لا توجـد أسنان ، وإذا أخذت قطعة صغيرة من الخارجة (منطقة البطن) وطعمت بها منطقة الفم العتيدة لـكونت بشرة فمية حقة ، ويحدث تحديد منطقة الفم العتيدة الخارجة لتكون أسنانا قبـل تحديدها لتكون بشرة فمية ، والمنطقة الوحيدة التى تقوى على التحريض لتكوين الفم هى جدوان المعى الأمامى المقدم .

القسم السابع والأخير

اخترت من بين الأشكال التى ظهرت فى المؤلف الأصلى عدداً محدوداً لإيضاح أهم المبادئ التى انطوى عليها ذلك الكتاب ، وليست الأشكال التى لم أخترها بأقل قيمة من التى وقع عليها اختيارى الذى حُدِّدَ بعدة عوامل ، ومع كل شكل مذكرة صغيرة بوصفه ، وقد أخذت عن الأصل كما ذكرت باختصار بعض المراجع التى استقى منها المؤلفان أشكالها . وإنى مدين بالشكر للمؤلفين والناشرين للسماح لى بالقيام بذلك العمل

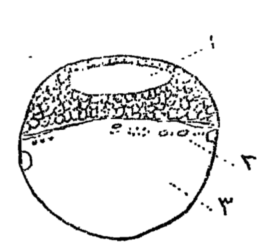


(شكل ١ باب ٢) القطبية واكتساب الجانبية فى بويضة الضفدعة
أعلا — مشهد استوائى (فى منطقة خط الاستواء) . أسفل — مشهد من القطب النباتى
الشكلان إلى اليسار قبل التلقيح ، والشكلان إلى اليمين بعد التلقيح
للبويضة الغير ملقحة محور أساسى واحد (القطبية) ، وتكتسب الجانبية عند التلقيح إذ يتكون الهلال الرمادى (٧) قريباً أو فى الخط الخانى الأوسط المقبل .
(١) الطرف المقدم فى المستقبل . (٢) الطرف المؤخرى فى المستقبل . (٣) الجهة الخلفية
(٤) الجهة البطنية . (٥) الجهة اليسرى . (٦) الجهة اليمنى
عن ولش وهكسلى وولتى (لندن ١٩٢٩)



(شكل ٢ باب ٢) إظهار عملية التكور المعوى فى ذات الأذناب البرمائية بحركة المناطق المصبوغة فى الأحياء والموضوعة على سطح التكور الجرثومى كما فى ا وتتحرك هذه العلامات نحو حافة ثقب الجرثومة (٥) فانغمدت مثلا العلامة (١ ' فى ب ولم يبق فى د إلا العلامة (٤) على السطح إذ انغمد الباقى واتجه للأمام مكونا جدران المعى وترى ١ ، ٢ ، ٣ خلال البشرة الخارجية الشفافة

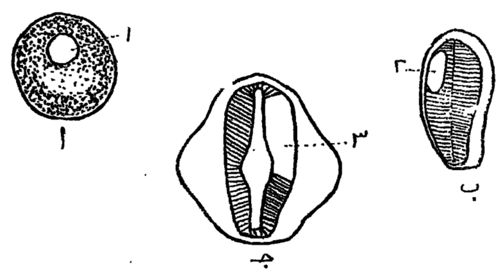
عن جيرتلر ١٩٢٥ (معدلة)



(شكل ٣ باب ٣) تعديل انقسام بويضة الضفدعة بفضل قوة الأخماض ركز المح (٣) فى نصف الكرة النباتى ، ونتج على ذلك من الانقسام تكوين أدمة الجرثومة (بلاستودرم)

(١) التجويف الجرثومى (٢) نوايا المح

عن هرتوج من علم الأجنة التجريبى « جنكنس » ١٩٠٩

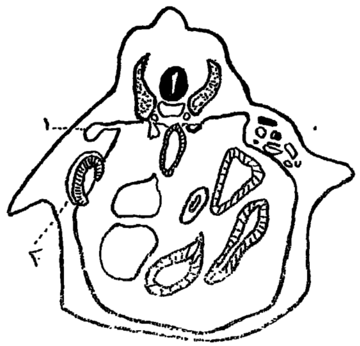


(شكل ٤ باب ٣) تكوين المناطق بالتباين التابع إبان طور المرونة أى قبل حلول التحديد النهائى

أ — طور تكور معوى مبكر طعم بقطعة من الخياشيم العتيدة لطور آخر مماثل (١) ، وكان تطعيمها فى منطقة الدماغ العتيدة وكلا الجنينان من البرمائية Triton غير أن الأولى قاتمة والقطعة المطعم بها فاتحة اللون .

ب — الجنين القاتم ويرى الدماغ مخططاً وتمثل (٢) قطعة الخياشيم العتيدة التى تباينت إلى دماغ وكونت جزءاً من دماغ الجنين القاتم

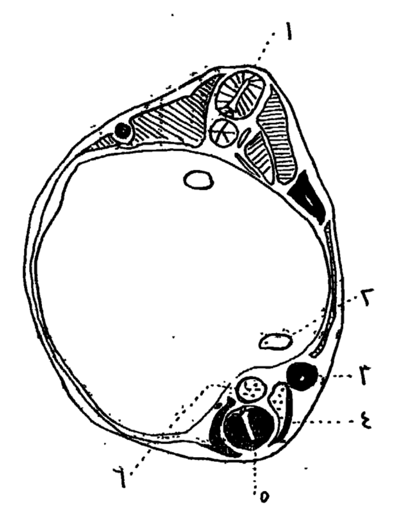
جـ — قطاع مستعرض الجنين القاتم فيما بعد ، ويظهر أن جزءا من جدران الدماغ المقدم (٣) قد تكون بالتباين التابع من قطعة الخياشيم المطعم بها . عن سبيمان ١٩٢١ (معدل)



(شكل ٥ باب ٣) تكوين المناطق بالتباين الذاتى بعد طور التباين الكيمائى الدائم

طعم جانب جنين Bombinator عند التكور العصبى المبكر بقطعة من منطقة العين العتيدة من جنين فى نفس الطور ومن نفس النوع ، ويظهر القطاع المستعرض فى الجنين الناتج الكأس البصرى (٢) الذى تكون ذاتيا من القطعة المطعم بها وفى غير مكانه الطبيعى

١ — الكلى الأولى . ٢ — الكأس البصرى . من مونجولد (١٩٢٨) عن سبيمان



(شكل ٦ باب ٣) التحريض على تكوين أجنة ثانوية بتطعيم المعضون

قطاع مستعرض فى جنين أولى وآخر ثانوى (Triton) حرض على تكوينه بمعضون من نوع من Triton تنقصه المادة الملونة

١ — القناة العصبية فى الجنين الأولى

٢ — المعى فى الجنين الثانوى

٣ — قناة الكلى الأولى فى الجنين الثانوى

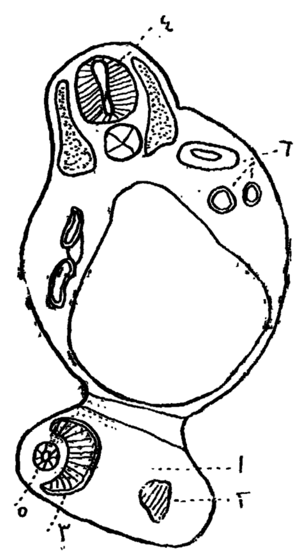
٤ — كتلة بدنية فى الجنين الثانوى

٥ — القناة العصبية فى الجنين الثانوى

٦ — الحبل الظهرى فى الجنين الثانوى

يلاحظ أن جل أنسجة الجنين الثانوى مشتقة من أنسجة المضيف ، ولكن قد أعطى المعضون المطعم به بعض الأنسجة (المنقطة)

عن سبيمان ومونجولد ١٩٢٤ (معدل)



(شكل ٧ باب ٣) اعتماد تباين العدسة على الكأس البصرى فى البرمائى Triton

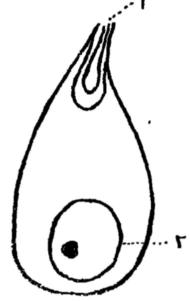
طعم جنين فى منتصف التكور المعوى بقطعة من الدماغ المتيد لجنين آخر فى نفس العمر فتكونت القطعة المطعم بها بالتباين الذاتى إلى أجزاء من الدماغ (٢) وكأس بصرى (٣) وقد حرض الأخير بشرة المضيف الخارجية لتكون عدسة (٥)

١ — حويصلة من أنسجة المضيف تحوى الجزء المطعم به

٤ — النخاع الشوكى للمضيف

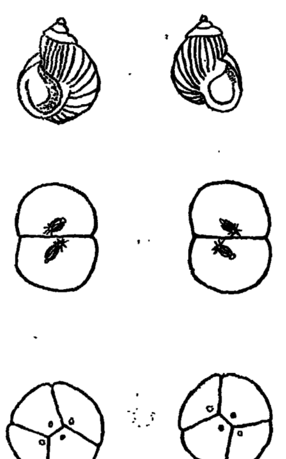
٦ — حويصلات الكلى الأولى للمضيف

عن مونجولد ١٩٢٩ (معدل)



(شكل ٨ باب ٤) التدرج الأولى فى البويضة الأولى

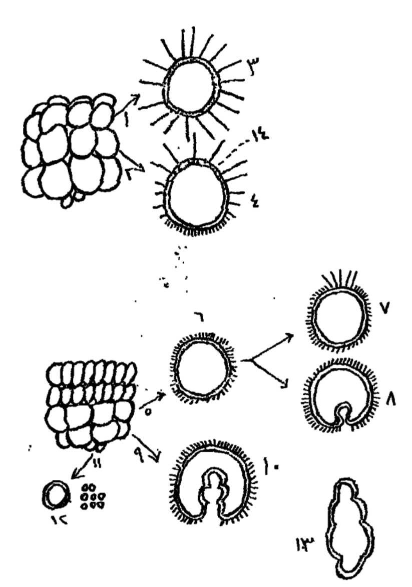
تعلق البويضة الأولى فى الحلقيات بساق دقيق (١) يحتوى أوعية وتستقر النواة (٢) فى الطرف المقابل الذى يبرز فى تجويف المبيض ويصبح الطرف المعلق القطب النباتى والطرف الطليق القطب الحيوانى . عن تشيلد ١٩٢٤ (معدله)



(شكل ٩ باب ٤) أعلى قوقعة يسرى وأخرى يمنى من جاستروپود Gastropod

أسفل عدم التماثل فى الانقسام . يلاحظ أن ميل المغازل فى طور الخليتين (الوسط) والميازيب فى طور الأربع خلايا (أسفل) احداهما على عكس الأخرى

عن مورجان علم الأجنة التجريبى ١٩٢٧ (معدل)



(شكل ١٠ باب ٥) إيضاح القدرة التكوينية للقطع المنفصلة من جنين قنفذ البحر

١ — القرص الحيوانى الأول ويكون تكوراً جرثوميا مغطى بأهداب طويلة (٣) وهذه تميز العضو القمى (١٤)

٢ — القرص الحيوانى الثانى ويكون تكوراً جرثوميا مغطى بأهداب طويلة فى مبدأ الأمر (٤) . ١ ، ٢ لا يكونا علقة صحيحة

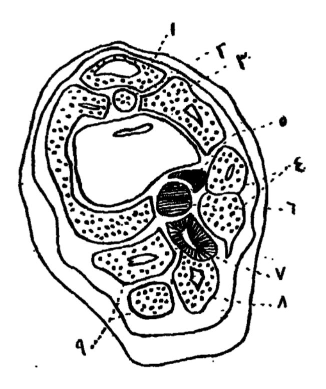
٥ — القرص النباتى الأول يكون علقة (٦) وإذا كان الانقسام الثالث قريبا من النصف الحيوانى احتوت العلقة عضوا قميا (٧) ، أما إذا كان قريبا من النصف النباتى لتكونت معى بالانغماد (٨)

(٩) القرص النباتى الثانى يكون علقة (١٠) ليس لها عضو قمى ولكن لها أهداب ومعى منغمده

١١ — الكتل الصغيرة تكون كرة خاوية سرعان ما تتفتت (١٢)

١٣ — تكور جرثومى خارجى تنتج من أخذ ٩ ، ١١ معا

عن المؤلفين وأساسه هورستاديس



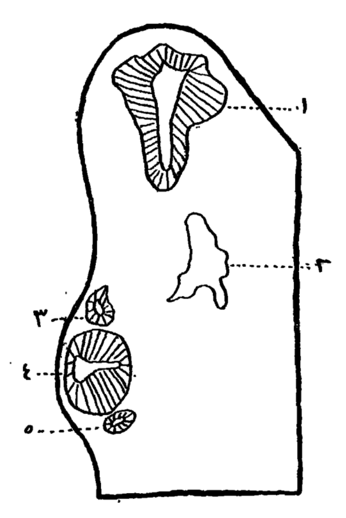
(شكل ١١ باب ٦) معضون من عديمة الأذناب فى مضيف من ذات الأذناب

طعم تكور معوى مبكر فى Triton بقطعه من الشفة الخلفية لثقب الجرثومة من تكور معوى Bombinator فحرضت هذه على تكوين جنين ثانوى

ويرينا القطاع المستعرض الجنين الثانوى لأسفل وقد اشتقت بعض أنسجته من المضيف والبعض من المعضون (المخطط)

١ — القناة العصبية
٢ — الحبل الظهرى
٣ — كتل بدنية (كل هذا فى الجنين الأولى)
٤ — كتل بدنية حرضت من أنسجة المضيف
٥ — جرثومية وسطى لم تتباين من النسيج المطعم به
٦ — حبل ظهرى من النسيج المطعم به
٧ — قناة عصبية من النسيج المطعم به
٨ — قناة عصبية من المضيف
٩ — كتل بدنية حرضت من المضيف

عن جينتز ١٩٢٥ (معدل)

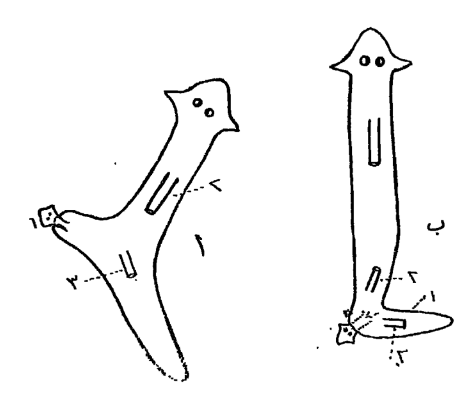


(شكل ١٢ باب ٦) مقطع فى جنين طم بمضون (Triton)

يقع هنا مقدم الجنين الثانوى عموديا على المحور الطولى للجنين الأولى ، ونشاهد أن الحويصلة السمعية اليسرى فى الجنين الثانوى (٣) وهى القريبة من مقدم المضيف أكبر حجما من اليمنى (٥)

١ — دماغ الجنين الأولى
٢ — تجويف المعى
٤ — دماغ الجنين الثانوى

عن سپيان ١٩٣١ (مبسطة)

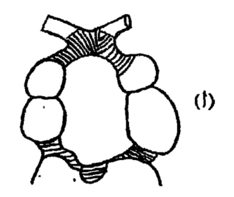


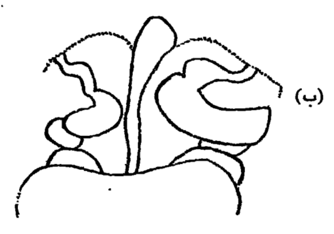
(شكل ١٣ باب ٦) رؤوس بعض الديدان الشريطية (Planaria) تعمل كمضون

ا — تطعيم جانبي (١) فيمنطقة مؤخريه بالنسبة لمنطقة البلعوم (٢) وقد حرضت الرأس المطعم بها على تكوين نمو جانبي وبلعوم ثانوى (٣)

ب — تطعيم فى منطقة قبل طرف الحيوان سبب عكس القطبية فى نهاية المضيف (١) وحرض على تكوين بلعومين ثانويين (٢)

عن سانتوس ١٩٢٩



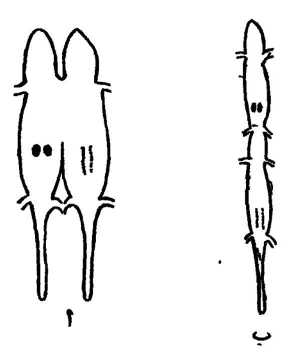


(شكل ١٤ باب ٧) تجاريب على تكوين القلب فى البرمائية (Bombinator)

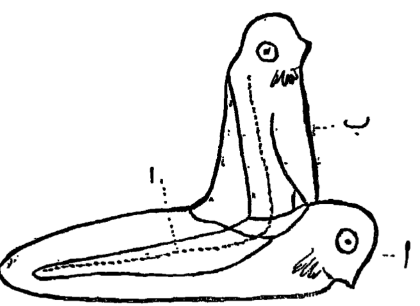
أ — يكاد ازدواج القلب يكون تاما وذلك نتيجة تطعيم قطعة من مادة غريبة فى الخط البطنى الأوسط فى منطقة القلب ولم يتباين جلها ولو أن الجزء المخطط نتج منها

ب — ازدواج كامل فى القلب نتيجة تطعيم قطعة من مادة غريبة فى منطقة القلب كالسابق ولم تتباين أصلا

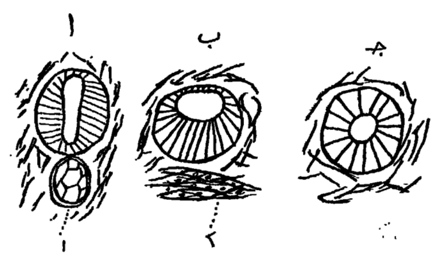
عن أكمان ١٩٢٥



(شكل ١٥ باب ٧) التباين الجنسى المتضاد فى البرمائية
الازدواج بين الأجناس المختلفة فى ذات الأذناب البرمائية
ا — الازدواج على التوازى
ب — الازدواج على التوالى
يلاحظ أن الذكر (أسود) ثبط تماما الأنثى فى الحالتين
أساسه ويتشى ١٩٣٢ (معدل)



(شكل ١٦ باب ١٠) أثر ساحة التدرج الأصلى على اتجاه نمو الخط الوحشى
طعم ظهر نوع من الضفادع فاتح اللون (ا) بمقدم جنين آخر من ضفدعة قاتمة اللون (ب)
فلما نما الخط الوحشى فى (ب) حتى وصل إلى الجنين (ا) انحنى فى اتجاه مؤخرى ، واحتل
الموقع الطبيعى للخط الوحشى فى مؤخر الجسم (١)
عن هاريسون ١٩٠٤ (معدل)



(شكل ١٧ باب ١١) أثر الحبل الظهرى والكتل العضلية على تباين القناة العصبية

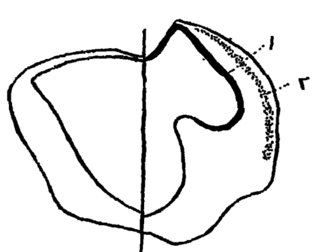
أ — مجاورتها للحبل الظهرى (١) بلا كتل عضلية

ب — مجاورتها للكتل العضلية (٢) بلا حبل ظهرى

جـ — عدم مجاورتها للكتل العضلية أو الحبل الظهرى

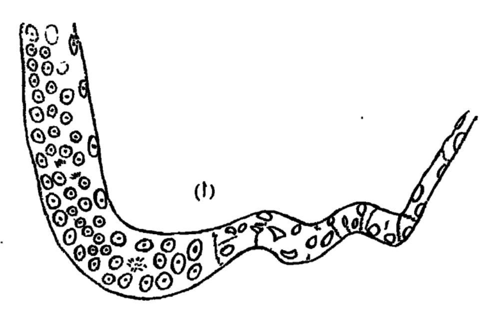
يلاحظ اختلاف شكل مقطع التجويف وسمك الجدران

عن هولتفرتر ١٩٣٣



(شكل ١٨ باب ١١) أثر إزالة العين على تكوين الدماغ الأوسط

قطاع مستعرض فى الدماغ الأوسط لعلقه الضفدعة Rana Fusca أزيل فيها أثر العين مبكرا ويرى أن سقف الدماغ الأوسط سىء التكوين لدرجة ظاهرة (الجانب الأيسر من الشكل) وخصوصا إذا قورن بالجانب الأيمن والطبقات ١ و ٢ لا وجود لها فى الجانب الأيسر (الذى أجريت عليه عملية إزالة أثر العين) (عن دبركن ١٩٢٠)



(شكل ١٩ باب ١٣) ساحات محدودة تحديدا تاما فى فرخ ضفدعه عولج بالغدة الدرقية

نرى على اليسار من القطاع بشرة أثر الطرف المقدم ، وعلى اليمين الغشاء المبطن لتجويف الخيشوم ، ولقـد أجاب الأول على هورمون الدرقية بالنمو كما يدل ازدحام النوايا بينما استحال الثانى استحالة رجعية كما يدل ضمور النوايا وتكوين فجوات والحد بينهما (ا) قاطع

عن شامي ١٩٢٢ (معدلة)


Bibliotheca Alexadrina
0231161